

# Unidad didáctica sobre contaminación lumínica



## **EDITA**

Consejería de Medio Ambiente. [www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/)  
Junta de Andalucía  
Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano

## **COORDINACIÓN TÉCNICA**

Ángela Ranea Palma  
Antonio Manuel Capitán del Baño  
Antonio Lozano García  
Estefanía Cañavate García

## **AUTORÍA**

Javier Esquivias Segura. Ecotono S. Coop. And. [www.ecotonored.es](http://www.ecotonored.es)  
Ana María Jiménez Talavera. Ecotono S. Coop. And. [www.ecotonored.es](http://www.ecotonored.es)  
Blanca Troughton Luque. Profesora de matemáticas de ESO y presidenta de la Red Andaluza de Astronomía.  
Sebastián Cardenete García. Profesor del centro de Ciencia Principia.

## **DISEÑO Y MAQUETACIÓN**

Luzdemente S.Coop.And. [www.luzdemente.es](http://www.luzdemente.es)

## **FOTOGRAFÍAS**

Javier Esquivias Segura. Ecotono S. Coop. And. [www.ecotonored.es](http://www.ecotonored.es)

A principios de siglo en los pueblos del interior de nuestra comunidad autónoma muchas personas no conocían el mar, sin embargo, todas sabían señalar en el cielo “las cabrillas” o “el camino de Santiago”. En la actualidad un manto de luz artificial impide el disfrute del magnífico cielo estrellado que poseemos, privando a la juventud andaluza de esa maravilla y de la fascinación que ha producido en el hombre desde tiempos inmemoriales. Es lo que se conoce como contaminación lumínica.

En el Decreto 357/2010, de 3 de agosto por el que se aprueba el Reglamento para la Protección del cielo nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética se define la contaminación lumínica como la emisión de flujo luminoso por fuentes artificiales de luz constituyente del alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales inadecuados para las actividades previstas en la zona alumbrada.

La contaminación lumínica no solo afecta a las observaciones astronómicas y a la consiguiente pérdida de patrimonio cultural, sino al desarrollo natural de los ecosistemas y a la salud de las personas. Además una mala iluminación es sinónimo de derroche energético, emisión de gases de efecto invernadero y costes económicos innecesarios.

Cabe recordar que la UNESCO considera el cielo nocturno patrimonio de las generaciones futuras, a las que no se puede privar del disfrute de un bien común.

Desde la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano existe el compromiso de dar respuesta a las necesidades de la sociedad andaluza y su juventud. Dentro de una amplia campaña de concienciación del problema que supone la contaminación lumínica editamos esta Unidad Didáctica.

El objetivo principal de este texto es dar a conocer al alumnado de Educación Secundaria Obligatoria las causas de la contaminación lumínica y los efectos de la misma, así como la importancia de la actuación del individuo en la mejora de la calidad de vida de su entorno.

Estamos convencidos de que las diferentes actividades que contiene esta Unidad Didáctica serán útiles tanto a profesores como alumnos y proporcionarán pautas de comportamiento que permitirán minimizar las consecuencias de la contaminación lumínica en un futuro.



**José Fiscal López**  
**Director General de Cambio**  
**Climático y Medio Ambiente Urbano.**

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>6</b>
<b>2. CÓMO UTILIZAR LA UNIDAD DIDÁCTICA.</b>	<b>8</b>
2.1. Personas destinatarias.	9
2.2. Objetivos que persigue la Unidad Didáctica.	9
2.3. Contenidos que se desarrollan	10
2.4. Desarrollo curricular.	12
2.4.1. Competencias básicas, que se desarrollan.	13
2.4.2. Conexión curricular.	18
2.5. Metodología.	31
2.6. Evaluación.	31
<b>3. DOSSIER INFORMATIVO.</b>	<b>33</b>
3.1. Capítulo.1 Descripción del fenómeno.	34
3.2. Capítulo.2 Evolución temporal.	49
3.3. Capítulo.3 Las causas de la Contaminación Lumínica.	63
3.4. Capítulo.4 Consecuencias.	75
3.5. Capítulo.5 Construyendo soluciones.	95
<b>4. ACTIVIDADES.</b>	<b>104</b>
4.1. Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuándo hablamos de Contaminación Lumínica?	104
4.1.1. Observando Constelaciones. Proyecto IACO.	104
4.1.2. Intrusímetro.	113
4.1.3. CACOPROSOTEMPER.	119

4.2. Evolución temporal.	125
4.2.1. Lumimaratón.	125
4.2.3. Descubro y cuento sobre las estrellas.	129
4.2.3. El cielo de nuestras abuelas y abuelos.	132
4.3. Causas. ¿qué uso hacemos de la energía?	137
4.3.1 Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux.	137
4.3.2. Luces y estrellas desde mi calle.	144
4.3.3. Cómo nos ven desde la Luna.	152
4.4. Consecuencias.	162
4.4.1. Luminizando que es gerundio.	162
4.4.2. Calculando emisiones.	168
4.4.3. ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?	176
4.5. Construyendo soluciones.	180
4.5.1. El juicio de las estrellas.	180
4.5.2. Auditoría lumínica.	188
4.5.3. Mensajes estrellados.	195
<b>GLOSARIO.</b>	<b>199</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS DE INTERÉS.</b>	<b>201</b>
<b>BANCO DE RECURSOS</b>	<b>208</b>

**INDICE INTERACTIVO. PINCHA EN EL APARTADO QUE TE INTERESE CONSULTAR.**

## LUNA LLENA

Quién me contaría a mi  
de qué está hecha la Luna,  
si de moñas de jazmines  
o de sábanas de cuna.

Luna llena,  
tú eres errante,  
tú eres flamenca  
y canastera.

En lo alto del monte  
le dice piropos un olivo a una estrella.  
Y por ser la más guapa y celosa, la Luna  
se ha pintao los ojillos color de aceituna.

La Luna no tiene sueño,  
tiene la luz encendida.  
Yo le canto desde el Puerto,

Puerto de Santa María

*Bulerías.*

*Carlos Lencero / Cesar Cadaval / M. Magüesín.*



# 1

## INTRODUCCIÓN.

*En general, se considera que la noche, o la luz nocturna, comprende todas las condiciones de luz natural por debajo de la máxima intensidad de luz de la luna llena.*

*Naturaleza nocturna. José B. Ruiz*

La Contaminación Lumínica fue detectada por primera vez en la década de los 70 del pasado siglo por la comunidad científica. Concretamente por el colectivo dedicado al estudio de la astronomía. Al dirigir sus telescopios hacia el cielo nocturno, descubrieron que la oscuridad estaba desapareciendo paulatinamente, a medida que pueblos y ciudades aumentaban la iluminación de sus calles.

Paradójicamente la luz artificial, que en algunas zonas del planeta se había convertido en un catalizador de la vida humana, permitiendo un uso ilimitado del tiempo y el espacio, comenzó a dificultar la observación del firmamento.

Las personas interesadas y estudiosas de la astronomía dieron la voz de alarma pero el problema siguió creciendo año tras año.

Hoy se sabe que la Contaminación Lumínica no solo altera las observaciones astronómicas, sino que está relacionada con otros fenómenos asociados a la vida. Peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos comparten una glándula, la epífisis o glándula pineal, vinculada a la visión de tal manera que se le considera el “tercer ojo”. Se encarga de la segregación de hormonas reguladoras durante los periodos de sueño, en base a la alternancia de luz y oscuridad del día y la noche. Esta glándula, que en la especie humana es del tamaño de un guisante y se encuentra en el centro del cerebro, se activa cuando llega la oscuridad para, entre otras funciones, producir una hormona llamada melatonina, implicada en procesos reguladores del sueño, y procesos de oxidación celular relacionados con el envejecimiento.



La progresiva desaparición de la oscuridad de la noche debido a la Contaminación Lumínica, es algo totalmente nuevo en el planeta Tierra. Es un proceso que se inició apenas hace 100 años. Las diferentes especies no estamos adaptadas a la prolongación de las horas de luz, y nuestro tercer ojo, la glándula pineal, se encuentra cada vez más confundido. Si no descansamos bien por las noches, no solo estaremos cansados durante el día, sino que corremos el riesgo de padecer diferentes enfermedades (estrés, insomnio, etc).



Y la lista de consecuencias no deseables de la Contaminación Lumínica no para de aumentar: desaparición de la oscuridad nocturna, y por tanto de la posibilidad de observar los cielos estrellados, enfermedades provocadas por la intrusión lumínica, inseguridad vial por deslumbramientos, modificaciones en diferentes poblaciones animales y vegetales, derroche energético, Cambio Climático, etc.

Gracias al estudio, esfuerzo y reivindicaciones de numerosos colectivos relacionados con la protección del cielo nocturno, desde distintas administraciones se están elaborando reglamentos que buscan revertir esta situación.

En la Comunidad Autónoma de Andalucía, el 3 de agosto de 2010 se aprobó en el Parlamento de Andalucía el Decreto 357/2010 “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”.

Pero esta medida es insuficiente, ya que el establecimiento de normativa que regule la situación actual no implica necesariamente un receso del problema. La legislación debe ir acompañada de la implementación de las medidas propuestas, y de un cambio en el ideario social que integre e incorpore los conocimientos, procedimientos y actitudes que apoyen y promuevan la ejecución de las medidas ofrecidas desde la administración.

Por otro lado es preciso seguir investigando las características y procesos derivados de la Contaminación Lumínica, siendo esencial que el resultado de estas investigaciones retroalimente las medidas propuestas.

Ante esta situación, se hace necesario el desarrollo de diferentes estrategias de educación y comunicación cuya finalidad será el conocimiento del fenómeno de la Contaminación Lumínica y aspectos relacionados, así como sobre alternativas tecnológicas y sociales y su puesta en práctica.

Uno de los grupos sociales que presentan mayor potencialidad respecto a su cualidad como vectores de información, y capacidad en la toma de decisiones futuras es la comunidad educativa.

Esta Unidad Didáctica busca ser una herramienta que proporcione estrategias didácticas y conocimientos suficientes para la incorporación de los temas relacionados con la Contaminación Lumínica en la práctica docente del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria. Para ello se parte de las vinculaciones que ofrece la materia con lo dispuesto en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

Te invitamos a investigar sobre esta materia y a que la trabajes con alumnas y alumnos. Es responsabilidad y privilegio de todas las personas seguir disfrutando de cielos estrellados.



## 2 CÓMO UTILIZAR LA UNIDAD DIDÁCTICA.

Esta Unidad Didáctica se ofrece como un recurso para el profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, a fin de que integre el fenómeno de la Contaminación Lumínica en su práctica docente cotidiana.

La Unidad Didáctica ofrece:

- Orientaciones didácticas y metodológicas.
- Cinco bloques de actividades relacionadas con diferentes aspectos de la Contaminación Lumínica.
- Dossier complementario con información necesaria para la interpretación de los resultados obtenidos en las actividades.
- Glosario de términos técnicos o poco comunes.
- Bibliografía y otros recursos de interés.
- Banco de recursos donde se encuentran todos los recursos didácticos necesarios para el correcto desarrollo de las actividades, y elaborados específicamente para estas.

La Contaminación Lumínica, como cualquier fenómeno real, es complejo en cuanto a procesos, elementos y relaciones implicadas, y como tal precisa del análisis y trabajo conjunto desde diferentes perspectivas y disciplinas pero complementarias entre sí. Inevitablemente resulta incompleto el abordaje de cualquier problemática socioambiental desde la perspectiva ecológica sin conocer y entretelar los procesos sociales que están estrechamente relacionados con estos, tanto causando como padeciendo sus repercusiones.

En este sentido se contribuye al desarrollo del currículum de la Educación Secundaria Obligatoria en dos áreas principalmente, Ciencias de la Naturaleza, y Ciencias Sociales, Geografía e Historia. Complementariamente se ofrecen estrategias y propuestas propias de otras materias como la Educación para la Ciudadanía, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas, Educación plástica y visual o Informática.

La contribución al desarrollo de las Competencias Básicas en la Educación Secundaria Obligatoria, es otro aspecto que de manera transversal se ha tenido en cuenta en el diseño de esta guía tanto en la metodología propuesta, como en los contenidos tratados.

Así mismo se propone una secuencia de actividades que, trabajadas en su conjunto, permiten un análisis más profundo y radical de la situación, pero también ofrecen la posibilidad de ser trabajadas de forma aislada.



Todas las actividades incorporan los recursos didácticos necesarios (intrusímetro<sup>1</sup>, fichas de recogidas de datos, tarjetas, esquemas, etc) elaborados específicamente para esta Unidad Didáctica, y en soporte digital para su uso y reproducción. Se pueden encontrar en el “Banco de recursos”.

Para cada bloque de actividades se ha elaborado un dossier con información suficiente para interpretar los resultados obtenidos en dichas actividades propuestas, y sacarles el máximo partido, así como referencias bibliográficas para profundizar en los temas que se consideran oportunos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior las actividades propuestas se organizan en función de los siguientes bloques temáticos.

**Descripción del fenómeno de la Contaminación Lumínica.**

**Evolución temporal.**

**Causas de la Contaminación Lumínica.**

**Consecuencias.**

**Construyendo soluciones.**

En el glosario aparecen definidos términos técnicos o de uso poco frecuente.

Para finalizar se aporta una extensa bibliografía complementaria, así como direcciones de páginas webs y otros recursos de interés.

## **2.1 Personas destinatarias.**

Esta Unidad Didáctica está concebida para el profesorado, así como para alumnos y alumnas de los cuatro niveles de Educación Secundaria Obligatoria.

Evidentemente podrá ser utilizada por cualquier persona que quiera desarrollar estas actividades con un grupo de participantes, desarrollando las adaptaciones pertinentes.

## **2.2 Objetivos que persigue la Unidad Didáctica.**

El fin último que persigue esta Unidad Didáctica es proporcionar al profesorado una serie de herramientas para que trabaje con el alumnado conocimientos fundamentales para comprender el fenómeno de la Contaminación Lumínica, y cuestiones relacionadas con sus aspectos humanísticos, científicos y tecnológicos principalmente.

<sup>1</sup> El intrusímetro es un artefacto desarrollado para medir de manera doméstica la intrusión lumínica y que se desarrolla ampliamente en la actividad correspondiente

Como objetivos generales se plantean:

- ★ Favorecer la adquisición de conocimientos sobre Contaminación Lumínica, y procesos relacionados que permitan asumir responsablemente los deberes y derechos relacionados con el fenómeno.
- ★ Favorecer la concepción del conocimiento científico referente a la Contaminación Lumínica como un saber integrado que se estructura en diferentes disciplinas, así como el conocimiento y aplicación de métodos para identificar el problema en distintos campos del conocimiento y la experiencia.
- ★ Favorecer el desarrollo de destrezas básicas en la utilización de las fuentes que nos aportan información sobre la Contaminación Lumínica, para con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos.
- ★ Contribuir a la adquisición de una preparación básica en el campo de las tecnologías, de información, comunicación y gestión, favoreciendo un espíritu crítico que cuestione el tecnoentusiasmo<sup>2</sup> como credo proporcionador de falsas soluciones finales.
- ★ Proporcionar herramientas que contribuyan a comprender y expresar con corrección, textos y mensajes complejos relacionados con la Contaminación Lumínica.

- ★ Proporcionar estrategias didácticas que teniendo como eje vertebrador la Contaminación Lumínica, favorezcan el trabajo en equipo, la cooperación, respeto por opiniones diversas, espíritu crítico y proactivo, etc., valores todos necesarios para la consecución de una sociedad realmente democrática y plural.

Los objetivos específicos se detallan en las diferentes actividades.

## 2.3 Contenidos que se desarrollan.

A continuación se plantean los contenidos que se trabajan en la Unidad Didáctica de manera general y posteriormente se detallan de manera más específica en las diferentes actividades.

### Observación del cielo nocturno.

El proyecto IACO.

Estrellas y constelaciones.

La Contaminación Lumínica. Análisis complejo.

La Contaminación Lumínica en nuestro entorno más cercano.

Método científico.

Interpretación de datos e informaciones sobre el entorno, y utilización de dicha información para conocerlo.

Intrusión lumínica.

Desaparición de la noche.

Efectos fisiológicos de la Contaminación Lumínica.

Glándula pineal.

Interpretación de datos.

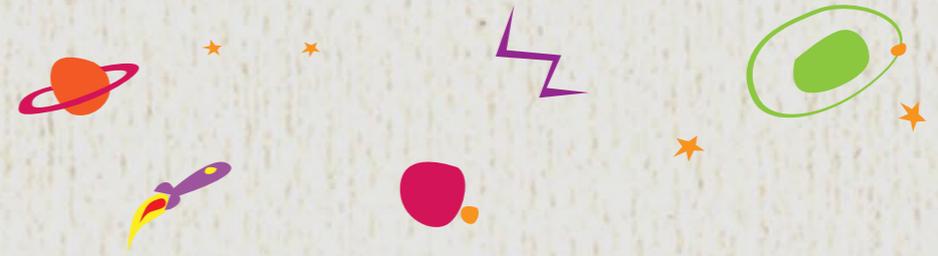
<sup>2</sup> El tecnoentusiasmo hace referencia a la tendencia ideológica dominante en la sociedad que considera que todos los problemas tienen una solución tecnológica obviando los fenómenos sociales, o los límites que la naturaleza impone. Además de las propias limitaciones que ofrece la tecnología en sí misma.

## Evolución histórica de la Contaminación Lumínica.

Cómo han observado el cielo diferentes civilizaciones.  
Importancia de la observación del cielo para diferentes civilizaciones.  
Recuperación del cielo en la memoria de nuestro pasado reciente.  
Estado actual.

## Causas.

Diferentes formas de sistemas de iluminación y su uso.  
Eficiencia energética.  
Espectro de emisión.  
Interpretación de datos.  
Método científico.  
Contaminación Lumínica.  
Flujo Hemisférico Superior (FHS),  
Flujo Deslumbrante (FD) y Flujo Útil (FU)  
Técnicas de fotografía.  
Análisis de datos de campo.



**Desequilibrios existentes respecto al acceso, y uso de la energía.**

**Problemas asociados a los desequilibrios existentes en el uso de la energía.**

**Cambios ambientales asociados a la intervención humana.**

## Consecuencias.

Análisis complejo de la Contaminación Lumínica.  
Efectos sobre los ecosistemas naturales.  
Efectos sobre las personas.  
Relación con otros fenómenos.  
Relación de la Contaminación Lumínica con el Cambio Climático.  
Relación entre consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.  
Transformación de consumos energéticos en emisiones de CO<sub>2</sub>.

## Posibles soluciones.

Normativas existentes.  
Necesidad de conocer los diferentes aspectos relacionados con el fenómeno.  
Capacidad de actuar al respecto.  
Manifiestos en defensa de los cielos estrellados.



## 2.4 Desarrollo curricular.

Como ya se indica anteriormente, el objetivo de esta guía es que sirva de material de apoyo para que el profesorado de secundaria pueda integrar en su práctica educativa cotidiana temas relacionados con la Contaminación Lumínica.

Para ello en la elaboración de esta Unidad Didáctica se ha atendido al Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

A continuación se ofrecen algunas orientaciones para la conexión con el currículum, aunque nadie mejor que el propio profesorado para mejorar y complementar estas conexiones. Por otro lado las actividades son genéricas para los cuatro cursos siendo necesarias las adaptaciones oportunas para el tratamiento de los contenidos en función de las características del alumnado.

Se presentan 15 actividades agrupadas en cinco bloques temáticos atendiendo a los diferentes aspectos a tener en cuenta para abordar de una manera compleja y completa el fenómeno de Contaminación Lumínica.

1. **PRESENTACIÓN DEL TEMA.** ¿A qué nos referimos cuándo hablamos de Contaminación Lumínica?
  - 1.1. Observando Constelaciones. Proyecto IACO.
  - 1.2. Intrusímetro.
  - 1.3. CACOPROSOTEMPER.
2. **EVOLUCIÓN TEMPORAL**
  - 2.1. Lumimaratón.
  - 2.2. Descubro y cuento sobre las estrellas.
  - 2.3. El cielo de nuestras abuelas y abuelos.
3. **CAUSAS.** ¿Qué uso hacemos de la energía?
  - 3.1. Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux.
  - 3.2. Luces y estrellas desde mi calle.
  - 3.3. Cómo nos ven desde la Luna.
4. **CONSECUENCIAS.**
  - 4.1. Luminizando que es gerundio.
  - 4.2. Calculando emisiones.
  - 4.3. ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?
5. **CONSTRUYENDO SOLUCIONES.**
  - 5.1. El juicio de las estrellas.
  - 5.2. Auditoría lumínica.
  - 5.3. Mensajes estrellados.



### 2.4.1. Competencias básicas que se desarrollan.

A continuación se esbozan las posibles aportaciones de las actividades propuestas para el desarrollo de las competencias básicas.

Se analizan las aportaciones de las actividades en general especificando aquellas en las que se potencia algún aspecto de manera más concreta.

#### **Competencia en Comunicación Lingüística.**

Todas las actividades contemplan fases de puesta en común, reflexión y debate. Se incorporan algunas pautas a seguir para el óptimo desarrollo de esta fase. Es fundamental el desarrollo de este tipo de propuestas para la adquisición de la capacidad de escuchar, y ser escuchada, así como la elaboración de argumentos, para poder ser comunicados a otras personas tanto oral como de manera escrita.

De manera más específica en la actividad 2.2. “Descubro y cuento sobre las estrellas”, se propone el desarrollo de una investigación con la posterior sistematización de la información, y elaboración de un informe, que de manera organizada y estructurada, permita la comunicación de los resultados obtenidos al resto de la clase. Esta propuesta contribuye a su vez al tratamiento de la información y competencia digital.

La actividad 4.3 “¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?” plantea un análisis de las noticias e información y comparación de fuentes. Con esta actividad se promueve la necesidad de comprender por un lado el lenguaje utilizado en los medios científicos y/o periodísticos. Por otro lado se promueve un análisis comparativo entre diferentes medios escritos con el fin de favorecer una capacidad crítica frente a la información que recibimos. En la actividad 5.2 “Auditoría lumínica”, propone la lectura comprensiva de un manifiesto en defensa de los cielos estrellados como punto de partida para el desarrollo posterior del diagnóstico propuesto.

Por último la actividad 5.3 “Mensajes Estrellados” propone las indicaciones necesarias para elaborar mensajes acerca de la Contaminación Lumínica con intención comunicativa y creativa. Para ello se plantea el análisis del mensaje publicitario y su uso para la elaboración de mensajes contrapublicitarios.



## Competencia matemática.

Varias de las actividades propuestas contemplan el proceso de obtención de datos mediante diferentes instrumentos, procesado de los mismos y posterior interpretación de datos en información relevante y relacionada con la temática a tratar, y respecto a la cotidianidad del alumnado.

Las actividades 1.1 “Observando Constelaciones. Proyecto IACO” y 1.2 “El Intrusímetro” plantean la toma de datos mediante observación directa para posteriormente interpretar de manera inductiva la evidencia del fenómeno de la Contaminación Lumínica.

Las actividades 3.1 “Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux”, propone la realización de medidas experimentales para comprobar que la iluminación, la eficiencia energética y la Contaminación Lumínica son elementos estrechamente ligados.

La actividad 3.2 “Luces y estrellas desde mi calle” plantea la recogida de datos, análisis e interpretación para analizar la Contaminación Lumínica en el entorno más inmediato, mediante comparativa de diferentes datos.

La actividad 4.2 “Calculando emisiones” parte de un cálculo matemático simple, pero busca la relación entre dos fenómenos que se están dando en la actualidad: la Contaminación Lumínica y el Cambio Climático.

La actividad 5.2 “Auditoría lumínica”, plantea el desarrollo de un diagnóstico lumínico del centro mediante recogida de datos, su análisis e interpretación, vinculadas a propuestas de acción concreta.

## Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

Se podría decir que esta es una de las competencias que más se puede desarrollar con las actividades planteadas.

Las actividades 1.1, 1.2 y 1.3 plantean visibilizar y evidenciar el fenómeno, así como su caracterización.

Las actividades 2.1, 2.2 y 2.3 analizan el fenómeno en su evolución temporal, facilitando la comprensión de que no es un fenómeno natural, que no ha sido siempre así, y que está estrechamente relacionada con la acción humana.

Las actividades 3.1, 3.2 y 3.3 se proponen para analizar las causas relacionadas con este fenómeno y que están vinculadas al modelo de vida actual.

Las actividades 4.1, 4.2 y 4.3 plantean el análisis de las consecuencias que tiene la Contaminación Lumínica tanto a escala local como global, y en lo referente a los seres vivos, incluidas las personas.

Las actividades 5.1, 5.2 y 5.3 están orientadas a la implicación del alumnado en la búsqueda y aplicaciones de posibles vías de solución.



## **Tratamiento de la información y competencia digital.**

De manera transversal se podría decir que todas las actividades plantean búsqueda, obtención y tratamiento de información. Esta búsqueda se plantea en diferentes soportes y mediante distintos procedimientos para su posterior interpretación, organización y comunicación al resto.

Respecto a la competencia digital, en la actividad 2.2 “Descubro y cuento sobre las estrellas”, se plantea el uso de Internet como fuente de información para su posterior análisis y estructuración.

## **Competencia social y ciudadana.**

Se trabaja con todas las actividades que buscan en definitiva, la contribución a la alfabetización ecológica del alumnado en los temas relacionados con la Contaminación Lumínica, para actuar en consecuencia en busca de una vida mejor para todas las personas presentes y futuras.

La metodología propuesta, que integra continuamente el trabajo en grupo y puesta en común, puede permitir el desarrollo de valores como la cooperación, el respeto, la tolerancia, aprender a escuchar y ser escuchada, etc. Valores todos ellos fundamentales en el desarrollo de una ciudadanía democrática y solidaria. Además se favorecen los procesos de participación activa del alumnado como entrenamiento para la participación necesaria en el resto de su vida.

El bloque 2 de actividades contribuye al análisis histórico y social del mundo, aunque poniendo el foco en la importancia de la observación de las estrellas en diferentes momentos históricos y la situación actual, que provoca que estemos perdiendo esta posibilidad.

El bloque 3, y en especial la actividad 3.3 “Cómo nos ven desde la Luna”, permite un análisis global-local del fenómeno, buscando contribuir entre otras a la comprensión del concepto de humanidad, y el análisis de las repercusiones de unos modos de vida sobre otros.

En definitiva consideramos que todas las actividades propuestas, y sobre todo si se desarrollan en su conjunto, podrán de alguna manera contribuir a que el alumnado participe activa y plenamente de la vida cívica, y desarrollen capacidad de análisis crítico frente a las situaciones no deseables.



## Competencia para aprender a aprender.

Se ha contemplado en todo momento en los pasos a seguir, que el alumnado se plantee preguntas como punto de partida, a las que responder con un elevado grado de libertad en cuanto a procedimiento de búsqueda y exposición se refiere.

Se plantea la necesidad de buscar información tanto de manera individual como en pequeños grupos, buscando que se transformen en conocimiento propio. De esta manera se podría decir que todas las actividades están planteadas como pequeños procesos de investigación.

El uso de planteamientos creativos y diferentes respecto a la forma de tratar los diferentes contenidos, también favorecerán el interés y la curiosidad por los temas expuestos y por la necesidad de seguir adquiriendo conocimientos al respecto.

El desarrollo de las actividades tal y como están planteadas, necesitan de la confianza del alumnado en ser capaz de participar activamente en la construcción de su conocimiento, conducido y complementado por las aportaciones docentes.

## Autonomía e iniciativa personal.

Esta competencia básica es el fin último que busca la implementación de esta Unidad Didáctica. Para ello se aportan los conocimientos y procedimientos anteriormente especificados, buscando evidentemente que se integren los valores necesarios para comprender el fenómeno de la Contaminación Lumínica y actuar en consecuencia.

A continuación se ofrece una tabla resumen sobre las competencias que se desarrollan en cada actividad:



**Tabla1. Resumen del desarrollo de competencias básicas<sup>3</sup>**

Código de colores: no se desarrolla desarrollo  desarrollo máximo 

BLOQUE	ACT/MATERIA COMPETENCIA BÁSICA	Comp. en comunicación lingüística	Comp. matemática	Comp. en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.	Tratamiento de la información y comp. digital.	Comp. social y ciudadana.	Comp. cultural y artística.	Comp. para aprender a aprender.	Autonomía e iniciativa personal.
<b>BLOQUE 1.</b> Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuándo hablamos de Contaminación Lumínica?	<b>1.1</b> Observando Constelaciones. Proyecto IACO.								
	<b>1.2</b> Intrusómetro.								
	<b>1.3</b> CACOPROSOTEMPER								
<b>BLOQUE 2.</b> Evolución temporal	<b>2.1</b> Lumimaratón.								
	<b>2.2</b> Descubro y cuento sobre las estrellas.								
	<b>2.3</b> El cielo de nuestras abuelas y abuelos								
<b>BLOQUE 3.</b> Causas. ¿Qué uso hacemos de la energía?	<b>3.1</b> Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux								
	<b>3.2</b> Luces y estrellas desde mi calle								
	<b>3.3</b> Cómo nos ven desde la Luna.								
<b>BLOQUE 4.</b> Consecuencias.	<b>4.1</b> Luminizando que es gerundio.								
	<b>4.2</b> Calculando emisiones.								
	<b>4.3</b> ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?								
<b>BLOQUE 5.</b> Construyendo soluciones	<b>5.1</b> El juicio de las estrellas.								
	<b>5.2</b> Auditoría lumínica								
	<b>5.3</b> Mensajes estrellados.								

<sup>3</sup> En esta tabla no se especifica el nivel educativo, ya que las competencias básicas son comunes a todos los niveles.

## 2.4.2. Conexión curricular

A continuación se especifican algunos de los bloques de contenidos pertenecientes a las materias de Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales, Geografía e Historia en los que podría ser más oportuna la integración de esta Unidad Didáctica.

En Ciencias de la Naturaleza la Unidad Didáctica podría responder a los contenidos propuestos para el bloque 1 de contenidos comunes de toda la Educación Secundaria Obligatoria, de 1º a 4º de la ESO.

Lo mismo sucede con el primer bloque de contenidos comunes de Ciencias Sociales, Geografía e Historia.

Las conexiones con el resto de las materias también se recogen en las siguientes tablas.







**Tabla 2. Conexiones curriculares 1º de ESO continuación**

ACT/MATERIA/BLOQUE CONTENIDO RELACIONADO	<b>BLOQUE 1.</b> Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuándo hablamos de Contaminación Lumínica?			<b>BLOQUE 2.</b> Evolución temporal			<b>BLOQUE 3.</b> Causas. ¿Qué uso hacemos de la energía?			<b>BLOQUE 4.</b> Consecuencias.			<b>BLOQUE 5.</b> Construyendo soluciones		
	1.1 Observando Constelaciones. Proyecto IACO.	1.2 Intrusímetro.	1.3 CACOPROSOTEMPER	2.1 Lumimaratón.	2.2 Descubro y cuento sobre las estrellas.	2.3 El cielo de nuestras abuelas y abuelos	3.1 Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux	3.2 Luces y estrellas desde mi calle	3.3 Cómo nos ven desde la Luna.	4.1 Luminizando que es gerundio.	4.2 Calculando emisiones.	4.3 ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?	5.1 El juicio de las estrellas.	5.2 Auditoría lumínica	5.3 Mensajes estrellados.
<b>TECNOLOGÍA</b>															
<b>Bloque 3.</b> Materiales de uso técnico.															
Análisis de materiales y técnicas empleadas en la construcción y fabricación de objetos							★								
<b>Bloque 7.</b> Electricidad.															
Experimentación de los efectos de la corriente eléctrica.							★								
Valoración crítica de los efectos del uso de la energía eléctrica en el MA.							★	★	★	★	★	★	★	★	

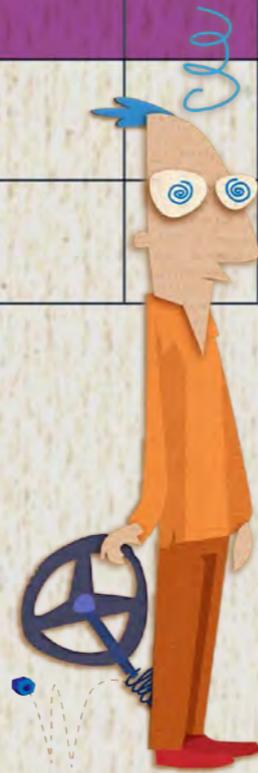






**Tabla 3. Conexiones curriculares 2º de ESO continuación**

ACT/MATERIA/BLOQUE CONTENIDO RELACIONADO	<b>BLOQUE 1.</b> Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuando habla- mos de Contaminación Lumínica?			<b>BLOQUE 2.</b> Evolución temporal			<b>BLOQUE 3.</b> Causas. ¿Qué uso hacemos de la energía?			<b>BLOQUE 4.</b> Consecuencias.			<b>BLOQUE 5.</b> Construyendo soluciones		
	1.1 Observando Constelaciones. Proyecto IACO.	1.2 Intrusímetro.	1.3 CACOPROSOTEMPER	2.1 Lumimaratón.	2.2 Descubro y cuento sobre las estrellas.	2.3 El cielo de nuestras abuelas y abuelos	3.1 Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux	3.2 Luces y estrellas desde mi calle	3.3 Cómo nos ven desde la Luna.	4.1 Luminizando que es gerundio.	4.2 Calculando emisiones.	4.3 ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?	5.1 El juicio de las estrellas.	5.2 Auditoría lumínica	5.3 Mensajes estrellados.
<b>TECNOLOGÍA</b>															
<b>Bloque 3.</b> Materiales de uso técnico.															
Análisis de materiales y técnicas empleadas en la construcción y fabricación de objetos							★								
<b>Bloque 7.</b> Electricidad.															
Experimentación de los efectos de la corriente eléctrica.							★								
Valoración crítica de los efectos del uso de la energía eléctrica en el MA.							★	★	★	★	★	★	★	★	







**Tabla 4. Conexiones curriculares 3º de ESO continuación**

ACT/MATERIA/BLOQUE CONTENIDO RELACIONADO	<b>BLOQUE 1.</b> Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuándo habla- mos de Contaminación Lumínica?			<b>BLOQUE 2.</b> Evolución temporal			<b>BLOQUE 3.</b> Causas. ¿Qué uso hacemos de la energía?			<b>BLOQUE 4.</b> Consecuencias.			<b>BLOQUE 5.</b> Construyendo soluciones		
	1.1 Observando Constelaciones. Proyecto IACO.	1.2 Intrusímetro.	1.3 CACOPROSOTEMPER	2.1 Lumimaratón.	2.2 Descubro y cuento sobre las estrellas.	2.3 El cielo de nuestras abuelas y abuelos	3.1 Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux	3.2 Luces y estrellas desde mi calle	3.3 Cómo nos ven desde la Luna.	4.1 Luminizando que es gerundio.	4.2 Calculando emisiones.	4.3 ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?	5.1 El juicio de las estrellas.	5.2 Auditoría lumínica	5.3 Mensajes estrellados.
<b>TECNOLOGÍA</b>															
<b>Bloque 3.</b> Materiales de uso técnico.															
Análisis de materiales y técnicas empleadas en la construcción y fabricación de objetos							★								
<b>Bloque 7.</b> Electricidad.															
Experimentación de los efectos de la corriente eléctrica.							★								
Valoración crítica de los efectos del uso de la energía eléctrica en el MA.							★	★	★	★	★	★	★	★	



**Tabla 5. Conexiones curriculares 4º de ESO**

ACT/MATERIA/BLOQUE CONTENIDO RELACIONADO	<b>BLOQUE 1.</b> Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuando habla- mos de Contaminación Lumínica?			<b>BLOQUE 2.</b> Evolución temporal			<b>BLOQUE 3.</b> Causas. ¿Qué uso hacemos de la energía?			<b>BLOQUE 4.</b> Consecuencias.			<b>BLOQUE 5.</b> Construyendo soluciones		
	1.1 Observando Constelaciones. Proyecto IACO.	1.2 Intrusímetro.	1.3 CACOPROSTEMPER	2.1 Lumimaratón.	2.2 Descubro y cuento sobre las estrellas.	2.3 El cielo de nuestras abuelas y abuelos	3.1 Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux	3.2 Luces y estrellas desde mi calle	3.3 Cómo nos ven desde la Luna.	4.1 Luminizando que es gerundio.	4.2 Calculando emisiones.	4.3 ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?	5.1 El juicio de las estrellas.	5.2 Auditoría lumínica	5.3 Mensajes estrellados.
<b>CIENCIAS DE LA NATURALEZA</b>															
<b>FÍSICA Y QUÍMICA.</b>															
<b>Bloque 2.</b> Las fuerzas y los movimientos. La superación de la barrera cielos-Tierra: astronomía y gravitación.															
La Astronomía: Implicaciones prácticas y su papel en las ideas sobre el Universo.	★				★										
La concepción actual del Universo. Valoración de avances científicos y tecnológicos. Aplicaciones de los satélites.	★							★							
<b>Bloque 5.</b> La contribución de la ciencia a un futuro sostenible. Un desarrollo tecnocientífico para la sostenibilidad.															
Los problemas y desafíos globales a los que se enfrenta hoy la humanidad	★	★	★				★	★	★	★	★				
Contribución del desarrollo tecnocientífico a la resolución de los problemas. Importancia de la aplicación del principio de precaución y de la par- ticipación ciudadana en la toma de decisiones.							★	★	★	★	★		★	★	
Valoración de la educación científica de la ciudadanía como requisito de sociedades democráticas sostenibles									★				★	★	★
La cultura científica como fuente de satisfacción personal.												★	★	★	★





## 2.5. Metodología.

Se plantea una metodología participativa, basada en la construcción colectiva del conocimiento, partiendo de las ideas previas del alumnado sobre los diferentes aspectos a tratar relacionados con la Contaminación Lumínica.

El trabajo en grupo y la puesta en común, con posterior análisis colectivo y debate son una constante en las diferentes propuestas ya que no solo se trabajan los contenidos referentes a la materia en cuestión, sino que tienen la potencialidad de contribuir a la adquisición de actitudes tan importantes y fundamentales como la tolerancia, el respeto, la escucha activa, la solidaridad, la confianza en la construcción colectiva del conocimiento, etc. Todos ellos valores democráticos fundamentales en el desarrollo de la ciudadanía.

Se favorece en todo momento la aplicación de un enfoque sistémico, haciendo especial hincapié en las relaciones existentes entre los diferentes elementos, procesos y actores partícipes de esta situación.

Se propone el método científico como eje vertebrador en el tratamiento de diferentes temas, facilitando la capacidad de análisis, y síntesis y elaboración de nuevos conocimientos partiendo de la observación, recogida de datos y análisis e interpretación posterior de los mismos.

En varias ocasiones el uso de nuevas tecnologías tiene una doble vertiente intencional: contribuir al desarrollo de destrezas relacionadas con estas tecnologías, y despertar un espíritu crítico respecto a su uso, y la información que se obtiene utilizando como fuentes dichas tecnologías.

Las actividades propuestas evidentemente son una orientación que deben ser adaptadas a la realidad de cada grupo de alumnas y alumnos y del profesorado, así como del contexto donde se van a desarrollar.

## 2.6. Evaluación.

La evaluación sobre la consecución del fin último que persigue esta Unidad Didáctica no es fácil, ya que plantea cambios actitudinales y de comportamiento profundos, difícilmente cuantificables y demostrables. Pero sí se pueden establecer una serie de indicadores que permitan valorar el proceso del trabajo en el aula. Por lo que se plantea como una recogida de información sobre la secuencia de actividades desarrolladas y durante todo el proceso. El fin de la evaluación será retroalimentar las prácticas futuras, con los resultados de esta para mejorarlas.

Por ello se plantea de manera secuenciada valorar tanto el punto de partida, detectando las ideas previas sobre el tema, como la idoneidad y grado de consecución de los objetivos, no solo de conocimiento también respecto a la participación en las actividades, resultados obtenidos, contenidos asimilados, etc.



La propia metodología propuesta para el desarrollo de cada actividad, permite comprobar el grado de consecución de los objetivos de manera continua a lo largo de la actividad. Podremos valorar de manera continua si se van asimilando los contenidos propuestos.

También podremos valorar las actitudes del grupo respecto a la metodología propuesta, ¿cómo trabaja el grupo?, ¿respetan el turno de palabra?, ¿desarrollan autonomía respecto a la búsqueda de información?, ¿interpretan y procesan correctamente la información?, etc.

Es importante recordar que en el apartado 2.4 se desarrollan tanto las conexiones curriculares como las aportaciones a las competencias básicas. Es preciso tener en cuenta estas orientaciones para valorar si se están desarrollando correctamente las actividades.

En cada actividad se muestran algunos indicadores para su evaluación.



# 3 DOSSIER INFORMATIVO

A continuación se ofrece el dossier informativo donde encontrarás toda la información necesaria para el correcto desarrollo de las actividades e interpretación de los resultados.

## **CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO. 34**

1.1. Las estrellas en nuestra vida.	34
1.2. Qué son las estrellas.	35
1.3. Observación de estrellas (Proyecto IACO).	36
1.3.1. Principales constelaciones.	37
1.3.2. Localización geográfica.	40
1.3.3. Magnitudes de luminosidad.	41
1.4. Contaminación Lumínica.	42

## **CAPÍTULO 2: EVOLUCIÓN TEMPORAL. 49**

2.1. El cielo estrellado en la antigüedad.	49
2.2. ¿Qué nos han contado las estrellas?	56
2.2.1. Las estrellas marcan el calendario.	60
2.3. ¿Qué nos cuentan hoy en día las estrellas?	62

## **CAPÍTULO 3: LAS CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA. 63**

3.1. ¿Cómo iluminamos nuestras calles?	64
3.2. Relación entre paradigma energético y Contaminación Lumínica.	67
3.3. ¿Cómo nos ven desde la Luna? Desequilibrio energético mundial.	72

## **CAPÍTULO 4: CONSECUENCIAS. 75**

4.1. Consecuencias directas.	76
4.2. Problemas asociados.	77
4.3. Relación con otros fenómenos asociados a la crisis socioambiental.	85
4.4. ¿Cómo nos hablan de la Contaminación Lumínica?	92

## **CAPÍTULO 5: CONSTRUYENDO SOLUCIONES. 95**

5.1. La necesidad de defender los cielos estrellados.	95
5.2. Manifiesto en defensa de las estrellas.	97
5.3. Aspectos fundamentales de las leyes y del reglamento andaluz sobre Contaminación Lumínica y calidad ambiental.	98
5.4. ¿Qué puedo hacer... qué podemos hacer?	100

## CAPITULO 1 DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO

### 1.1. Las estrellas en nuestra vida.

*Somos la única porción del Universo, que sepamos, con capacidad para autocomprenderse.*

*Karl Sagan*



Hoy quisiera volar  
hacia el alto cielo,  
coger una estrella fugaz,  
ponerla en tu pelo,  
juntos poder caminar  
por el firmamento  
y que el sol y la luna detrás  
nos vayan siguiendo.

*Tangos.*

*Antonio Carmona  
Juan Carmona*

Desde hace 10.000 años las personas han mirado hacia el cielo, tanto de día como de noche, tratando de comprender y explicar qué son el Sol, la Luna, las estrellas y todos los fenómenos que ocurren en él. A fuerza de paciencia, observación e imaginación, diferentes personas a lo largo de la historia han ido proponiendo modelos para responder a estas cuestiones.

La casta sacerdotal de diferentes culturas como la sumeria y la china en Asia, y los mexicas o aztecas de América adquirieron la capacidad de predecir los eclipses, e interpretar otros fenómenos asociados a la comprensión del cielo estrellado.

Este conocimiento les permitía demostrar su poder y entendimiento sobre las fuerzas divinas que se creía que eran los astros. De esta manera, la comprensión de lo que ocurría en el cielo les otorgaba un gran poder sobre sus semejantes.

Actualmente disponemos de una explicación científica para explicar el origen del Universo, la teoría del “Big-Bang” o “Gran estallido”, según la cual todo el Universo se generó de repente a partir de la nada [27]. El problema es que para creer en esta teoría hay que realizar un gran acto de fe, ya que entenderla es prácticamente imposible para la amplia mayoría de las personas.

¿Recuerdas algún momento de tu vida vinculado a la contemplación de las estrellas?



Pese a que nuestra actual forma de vida tiende a apartar la mirada del cielo nocturno, prácticamente todas las personas a las que les preguntes podrán comentar alguna anécdota personal relacionada con las estrellas. Sin embargo existe un tipo de contaminación que está apagando las estrellas, la Contaminación Lumínica, provocada por las luces artificiales con las que iluminamos nuestros pueblos y ciudades, privando a muchas personas de la posibilidad de contemplar las estrellas, además de crear importantes problemas ambientales.

## 1.2. ¿Qué son las estrellas?

A lo largo de los 40.000 años que las personas llevamos durmiendo bajo las estrellas (46), se han elaborado numerosos mitos, historias y teorías a lo largo del tiempo y de la geografía para explicar su existencia. Actualmente, en nuestras sociedades empíricas y racionalistas, la ciencia nos ofrece explicaciones basadas en la observación y la experimentación, que nos proporcionan muchas respuestas, pero al mismo tiempo también nos sugieren nuevas preguntas.

¿Qué provocó el Big-Bang? ¿Cuánto pesa el Universo? ¿Qué forma la materia oscura? ¿De qué está hecho el Universo? ¿Existe vida fuera de la Tierra?...

Las estrellas son tremendas reacciones nucleares, y por eso brillan. En el infinito proceso de fusión atómica que se produce en su interior, se libera energía en forma de luz y calor (27). Es el calor que achicharra nuestra piel cuando tomamos el Sol, la estrella más cercana al planeta Tierra, y las luces que vemos en el cielo nocturno procedentes de miles de estrellas lejanas. Están tan lejos, que la luz que vemos ahora pudo producirse hace miles o miles de millones de años, por eso realmente estamos contemplando el pasado del Universo.

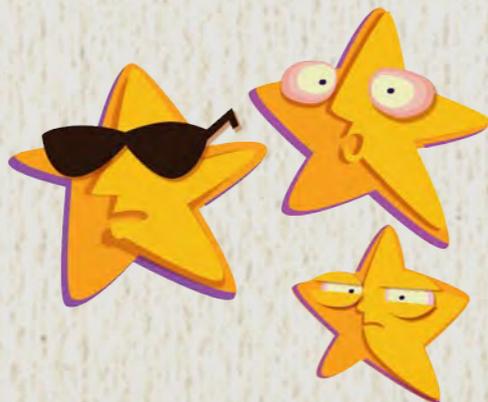
Imagina que por un cataclismo misterioso, todas las estrellas resultasen aniquiladas... nuestro cielo nocturno no sufriría ningún cambio hasta cuatro años después... y las principales constelaciones seguirían igual hasta dentro de mil años. (5)



Además son la gran fábrica de elementos químicos del Universo. Todos los átomos de materia que existen en la Tierra se crearon en alguna estrella a lo largo de la historia del Universo. Incluso los átomos que componen tu propio cuerpo. El hidrógeno y el helio constituyen el 90% de la masa de la mayor parte de las estrellas, mientras que el 10% restante son hierro, níquel, carbono, silicio, sodio, calcio, nitrógeno, oxígeno... y así hasta unos 70 elementos diferentes. (2)

Entre todos los puntos de luz que brillan en el cielo nocturno, hay unos cuantos que no brillan con luz propia. Son los planetas, que reflejan la luz del Sol, y que además se mueven de manera diferente al del resto de luces nocturnas, aparentemente están vagando por el cielo de manera errante. De ahí les viene el nombre de planetas, del latín *planeta*, y este del griego *πλανήτης*, errante. (4)

Hoy en día sabemos que además de la Tierra, alrededor de la estrella que nos ilumina y calienta, el Sol, giran otros siete planetas, con más de 160 satélites que los acompañan. A todo esto hay que sumarle cinco planetas enanos y millones de cuerpos menores como cometas, asteroides y los objetos del cinturón de Kuiper y la nube de Oort. (27)



### 1.3. Observación de estrellas (Proyecto IACO).

Investigación y Acción sobre el Cielo Oscuro (IACO) es un proyecto participativo destinado a concienciar sobre la necesidad de proteger el cielo nocturno de la Contaminación Lumínica. Se realiza mediante observaciones de estrellas, que posteriormente se suben a la web para realizar mapas de zonas más oscuras y más iluminadas.

Sin necesidad de ningún aparato complejo, tan solo utilizando nuestros ojos, podemos realizar un estudio sobre la oscuridad de la noche. La pregunta o hipótesis de partida es: ¿se ven las estrellas con la misma intensidad si las observamos desde diferentes lugares, por ejemplo, desde el centro de una gran ciudad, la periferia o el campo?

Para responder a esta pregunta necesitaremos disponer de un poco de información y organizarnos. Información para que todas las personas que participen en la investigación dirijan sus miradas hacia el mismo lugar del cielo en un mismo periodo de tiempo. Y organización para que lo hagan siguiendo los mismos pasos, de manera que se puedan comparar los resultados obtenidos en cada observación. De esta manera se podrán obtener conclusiones a partir de las diferentes observaciones con una base científica irrefutable.

¿Conoces el Proyecto IACO? En su página web [www.iaco.es](http://www.iaco.es) encontrarás todo lo que necesitas para participar con tu clase en un gran proyecto de investigación y acción sobre el cielo nocturno.

### 1.3.1. Principales constelaciones.

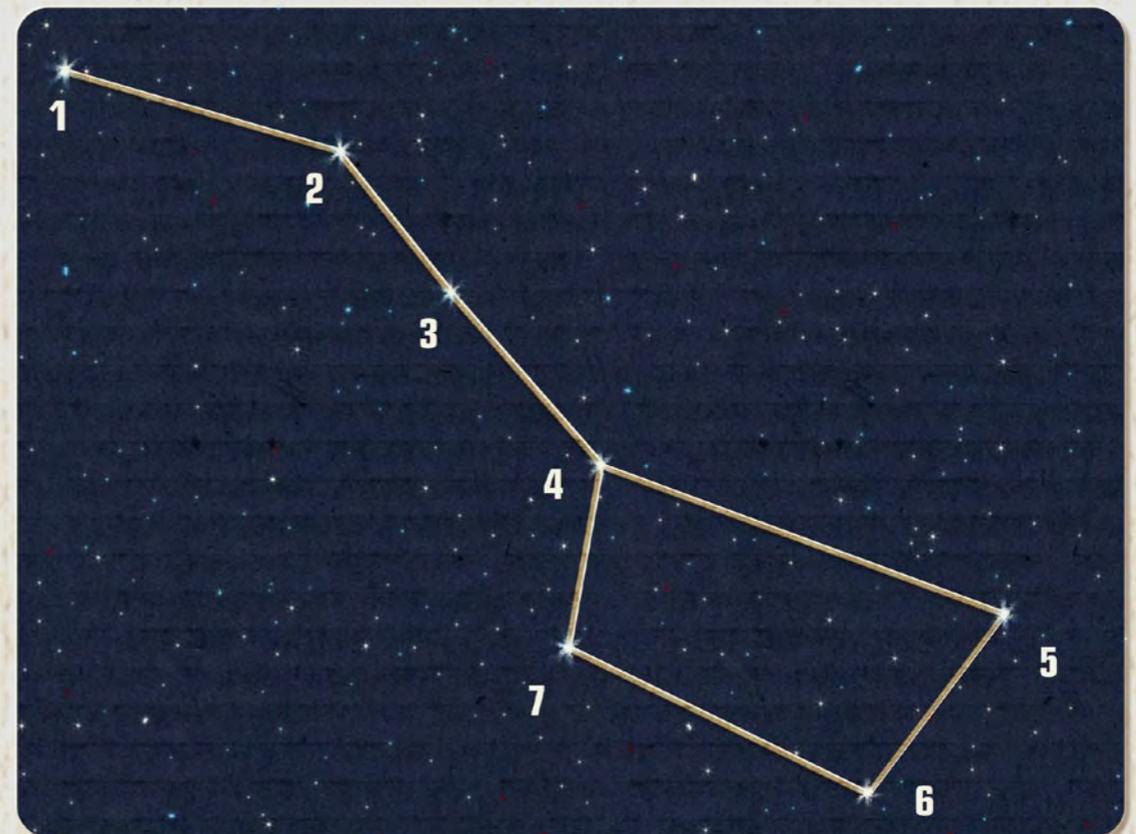
En el cielo nocturno o firmamento hay millones de estrellas, de las cuales solamente 6.000 brillan lo suficiente para resultar visibles a simple vista, y de éstas tan solo es posible observar en un momento dado unas 2.500 [2], pero aun así son bastantes para que nos perdamos fácilmente en su contemplación.

Las constelaciones son las asociaciones imaginarias que las personas han establecido entre diferentes estrellas del cielo, para crear un mapa del cielo nocturno. Este mapa nos va a ser muy útil para identificar las estrellas que tendremos que mirar al unísono. A lo largo de la historia se han creado constelaciones con forma de triángulo, de escorpión, de carro... y así hasta 88 formas diferentes. Suelen estar compuestas por las estrellas más luminosas, pues son las que más se ven a simple vista.

Las constelaciones utilizadas en el Proyecto IACO son la Osa Mayor, Orión, Casiopea y Leo.

**La Osa Mayor:** es una constelación circumpolar, lo que significa que se puede observar en nuestro hemisferio durante todo el año, pues nunca desaparece por debajo del horizonte. Está compuesta por siete estrellas llamadas 1 Alkaid, 2 Alcor, 3 Alioth, 4 Megrez, 5 Dubhe, 6 Merak y 7 Fecda.

Figura 3.1.1 Esquema de la constelación de la Osa Mayor.



Normalmente las estrellas que forman las constelaciones no tienen ninguna relación entre ellas. Son creaciones humanas, ya que desde nuestra perspectiva terrestre, aparecen cerca unas de otras. Sin embargo en el caso de la Osa Mayor las estrellas Alcor, Alioth, Megrez, Merak y Fecda tienen un mismo origen, pues nacieron en la misma nebulosa hace algunos cientos de millones de años. [9]



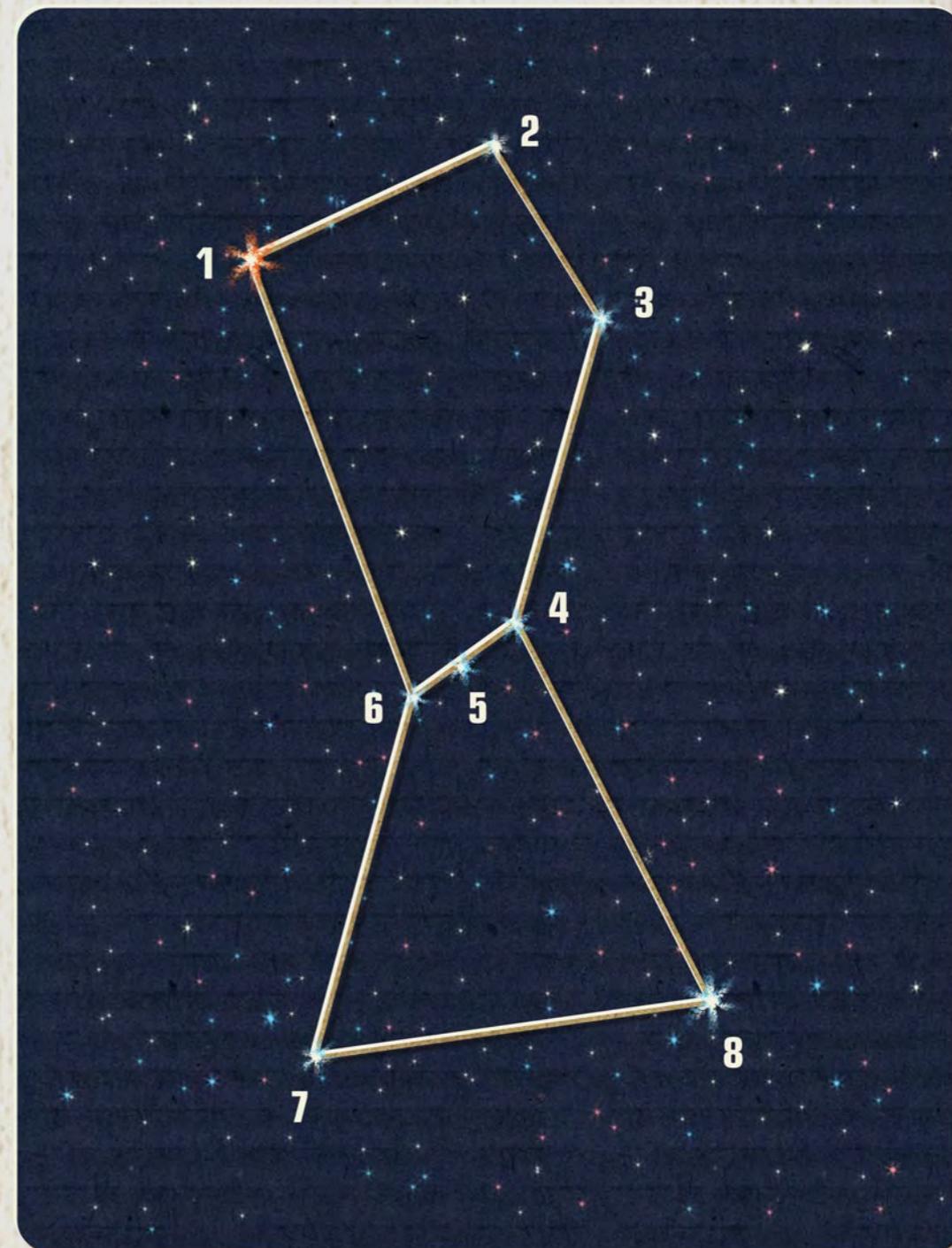
Alcor es una estrella doble óptica, que forma pareja con otra estrella llamada Mizar. En buenas condiciones de oscuridad, es posible distinguirlas a simple vista, por lo que desde la antigüedad se han usado para calibrar la agudeza visual de quién las observa.



**Orión:** la aparición de la constelación de Orión, el cazador, en los cielos del hemisferio norte indica la llegada del otoño, y su desaparición el comienzo de la primavera. Sus principales estrellas son ocho: 1 Betelgeuse, 2 Meissa, 3 Bellatrix, 4 Mintaka, 5 Alnilam, 6 Alnitak, 7 Saiph y 8 Rigel. La más luminosa de todas es Rigel, “pierna del gigante”, estrella azul-blanca que es la séptima más luminosa del firmamento. Betelgeuse, una estrella roja entre 300 y 400 veces más grande que nuestro Sol, es la segunda más brillante dentro de Orión, y su nombre que deriva del árabe significa “axila del que está en el centro”. Es posible observar el contraste de color entre ambas usando los prismáticos. [1]

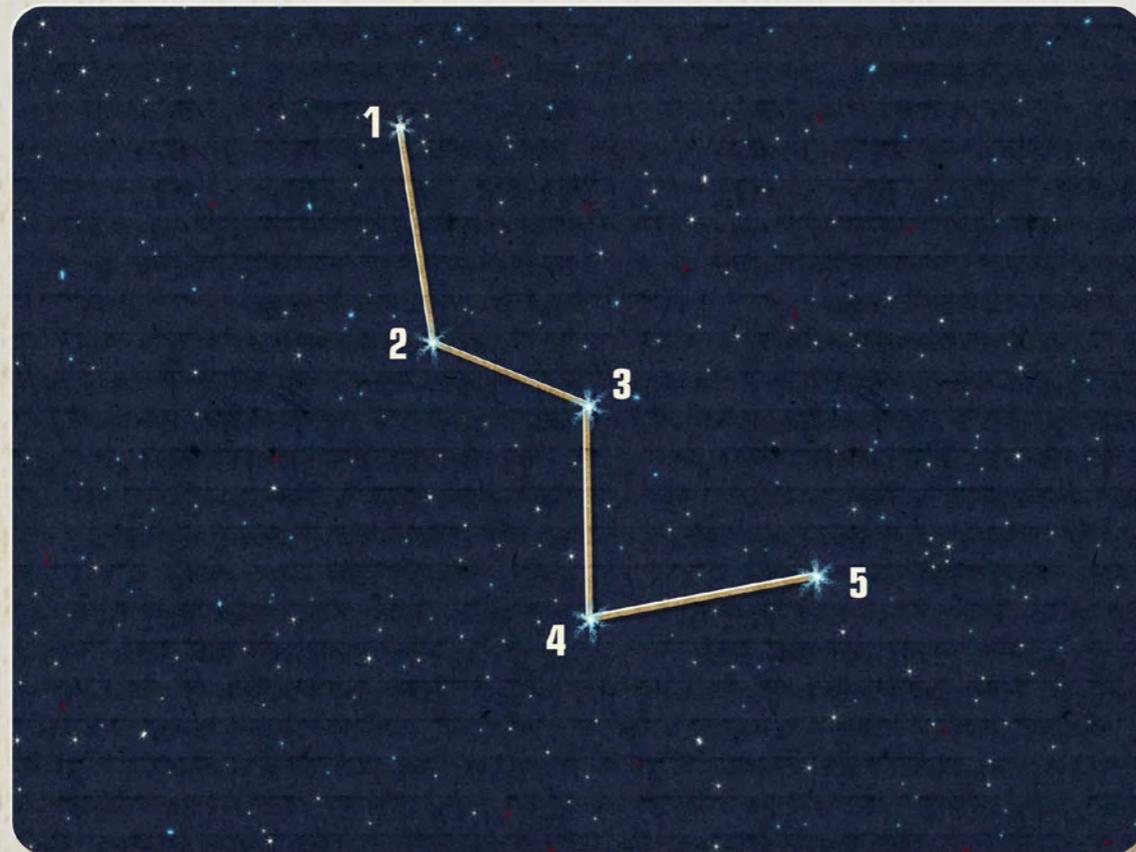


Figura 3.1.2 Esquema de la constelación de Orión.



**Casiopea:** se trata de otra constelación circumpolar, visible durante todo el año en el cielo del hemisferio norte. Está compuesta por 5 estrellas, llamadas, 1 Segin, 2 Ruchbah, 3 Cih, 4 Schedir y 5 Caph.

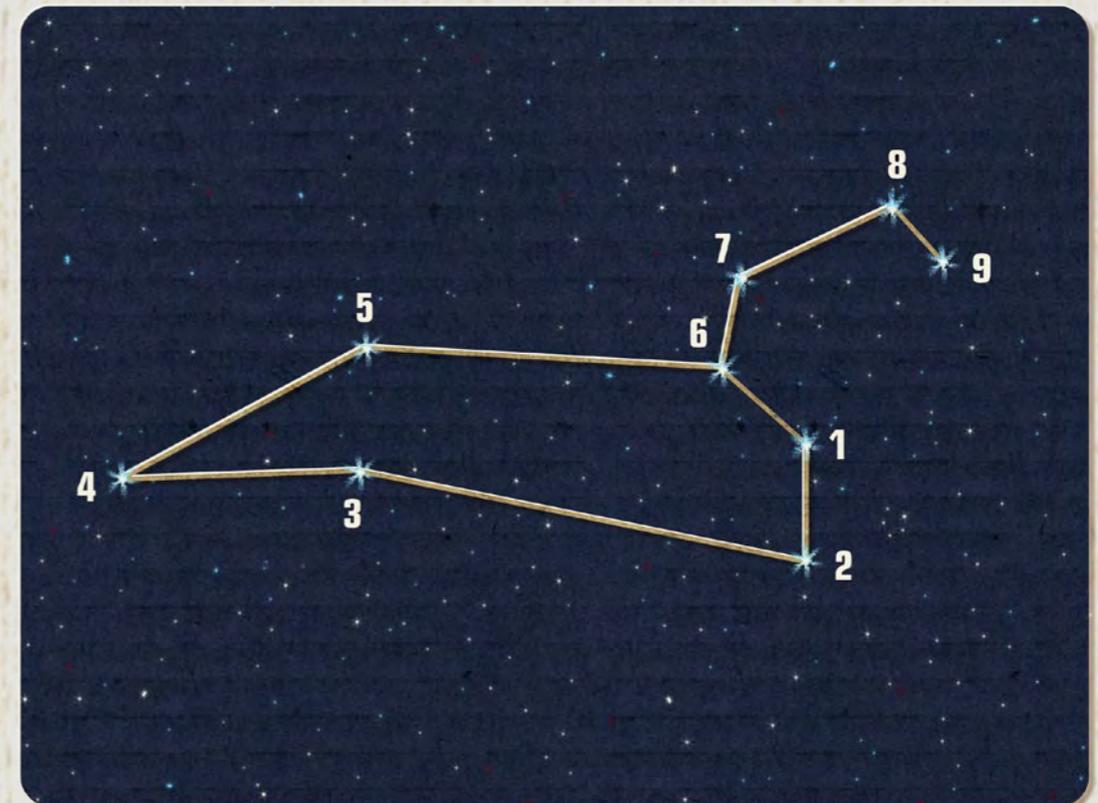
Figura 3.1.3 Esquema de la constelación de Casiopea.



La estrella Cih es una supergigante azul con una característica muy llamativa, pues cambia la intensidad de su brillo de manera muy rápida debido a las expansiones repentinas de su envoltura gaseosa. Durante varias semanas del año 1937 dobló su luminosidad alcanzando el valor de 8.000 soles. [9]

**Leo:** entre marzo y abril se puede contemplar la constelación de Leo, integrada por 9 estrellas: 1 Eta Leonis, 2 Regulus, 3 Coxa, 4 Denebola, 5 Zosma, 6 Algieba, 7 Adhafera, 8 Ras Elased Borealis y 9 Ras Elased Australis. De todas ellas la más luminosa es Regulus, cuyo nombre significa "pequeño rey" y "corazón del león", mientras que Denebola significa "cola del león". [1]

Figura 3.1.4 Esquema de la constelación de Leo.



Si te parece interesante puedes plantearle a tu clase un trabajo de investigación en base a los nombres de las estrellas de estas cuatro constelaciones. Con tan solo introducir el nombre de cualquiera de ellas en un buscador de internet pueden encontrar gran cantidad de datos, tanto históricos como astronómicos.

Estas constelaciones, así como mucha más información relativa al firmamento, puedes visualizarla fácilmente con el programa Google Earth, que lo puedes descargar en el siguiente enlace:

<http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Una vez que comienza el programa, encontrarás un icono con un planeta en la zona superior, que te da la posibilidad de explorar el planeta Tierra, el cielo, el planeta Marte o la Luna. Elige el cielo, y directamente te muestra las estrellas y las constelaciones. Dedícale un tiempo en tu casa para familiarizarte con el programa, y verás la cantidad de posibilidades que te ofrece para trabajar en el aula.

### 1.3.2. Localización geográfica.

Las estrellas nos sirven para saber dónde estamos. Desde hace muchos siglos han sido utilizadas para calcular la posición geográfica, pues sabiendo identificarlas nos pueden servir de referencia. El punto de partida es la localización del norte geográfico, que nos lo indica la Estrella Polar. Una vez determinada la dirección Norte, podemos deducir los otros tres puntos cardinales.

Si viviéramos en el hemisferio Sur, la referencia sería la Cruz del Sur, que como indica su nombre, nos indica el Sur geográfico.

Pasando un hilo imaginario por el eje de la Tierra y alargándolo muchísimo, finalmente llegaría por el norte a la Estrella Polar, y por el sur hasta la Cruz del Sur.

Para seguir con nuestro experimento, tenemos que saber desde dónde estamos mirando, si es un entorno urbano o un entorno natural, cercano o lejano de alguna fuente de luz artificial. Lo mejor es poder conocer las coordenadas geográficas del lugar desde el que vamos a realizar la observación, algo relativamente fácil gracias a internet.



### 1.3.3. Magnitudes de luminosidad.

Las estrellas se clasifican en función de su luminosidad del 1 al 6. Las de magnitud 1 serían las más brillantes, las de magnitud 2 son 2,5 veces menos brillantes que las de magnitud 1, y así sucesivamente, siendo las de magnitud 6, las últimas observables a simple vista, cien veces menos brillantes que las de magnitud 1. Las estrellas menos luminosas, aquellas que solo se pueden detectar con potentes telescopios terrestres, son de magnitud 24.

También hay estrellas y otros cuerpos, que son más luminosos que las estrellas de magnitud 1, por lo que se extendió la escala hacia el 0 y los números negativos. La estrella más luminosa es Sirio, con una magnitud de -1,5. El planeta Venus tiene magnitud -4,4, la Luna llena alcanza la magnitud -12,7, y la luminosidad del Sol es de -26,8. [5]

El color de las estrellas nos indica su temperatura. De más a menos calientes la escala sería la siguiente: azules (18.000 a 10.000°C) – blancas (8.000°C) – amarillas (6.000°C) – anaranjadas (4.500°C) – rojas (3.000°C). [5]



¿Por qué titilan las estrellas? Al observar las estrellas podemos percibir como se producen cambios en su intensidad y color. Es un efecto óptico producido por las turbulencias y los vientos de la atmósfera terrestre. Mientras más cerca del horizonte se encuentra una estrella, más cantidad de atmósfera tiene que atravesar su luz hasta llegar a nuestros ojos, por lo que el efecto de las turbulencias, y por tanto la titilación, será más intensa.

Tenemos que decidir a simple vista cuánto brillan las estrellas. Para ello necesitamos una escala de referencia, que afortunadamente no tenemos que inventar porque ya existe, desarrollada para el Proyecto IACO. Se trata de una escala del 1 al 7, donde los números más bajos se corresponden con las mayores intensidades de luz.

Para el Proyecto IACO se ha creado una escala específica que permite realizar las observaciones de una manera muy simple.

Además de mirar hacia la misma constelación, los diferentes grupos de observación tienen que tener en cuenta otros factores que afectan a la luminosidad de las estrellas, como son la fecha (por la presencia o ausencia de la luna), la hora y la nubosidad.



La observación de la constelación elegida tendrá que hacerse en la misma fecha en ausencia de Luna, y a la misma hora aproximadamente entre todas las personas participantes, pues cuando mejor se ven es cuando se encuentran sobre nuestras cabezas. Cuando menos se ven es cuando están al nivel del horizonte, pues su luz tiene que atravesar una cantidad mayor de atmósfera terrestre antes de llegar a nuestros ojos.

Respecto a la nubosidad, siempre hay que tratar de realizar las observaciones con el cielo lo más despejado posible. Y en caso de que no se puedan evitar las nubes, hay que cuantificar la cantidad de nubosidad, humedad o polución existente en el momento de la observación, para poder incluir este dato en las mediciones.



## 1.4. Contaminación Lumínica

Cada tarde, cuando el Sol se oculta en el horizonte, cientos de miles de bombillas comienzan a encenderse sucesivamente en todos los pueblos y ciudades de Andalucía, comenzando por Almería y terminando en Huelva. Es el alumbrado nocturno, mayoritariamente de carácter público.

A medida que se encienden las calles para proporcionarnos visión y seguridad, se apagan las estrellas del firmamento. Gran parte de la luz producida a partir de la energía eléctrica, es derrochada inútilmente al dirigirse hacia lugares donde no sirve de nada, y aun peor, provoca diferentes tipos de desequilibrios socioambientales.

El fenómeno de la Contaminación Lumínica es un fenómeno complejo. Existen numerosos procesos biofísicos y sociales imbricados. No se debe analizar solo como un problema en cuanto a la pérdida de la oscuridad del cielo, ya que existen numerosos elementos y procesos de la vida que se ven afectados por éste de una manera u otra. Dependiendo de donde pongamos el foco podríamos considerarlo como un fenómeno que afecta a la capacidad de observar los cielos estrellados, o podríamos considerarlo como un tipo de contaminación que está alterando los ecosistemas nocturnos.



Desde el punto de vista energético es uno más de los múltiples procesos derivados del modo de vida de los países enriquecidos, que participa del consumo de recursos no renovables como el petróleo, o que forman parte del sistema energético emisor de CO<sub>2</sub>, y por consiguiente implicado de alguna manera en el Cambio Climático. Analizándolo desde la salud humana comienza a ser un problema tanto con patologías relacionadas con la falta de sueño, como en otras quizás más graves que se desarrollan en el Capítulo 4.

En definitiva es un fenómeno en el que intervienen muchos factores. Más de los que aquí somos capaces de exponer. Por tanto en la búsqueda de la comprensión del fenómeno, causas y consecuencias, y sobre todo en la búsqueda de soluciones lo más integrales posibles, es preciso el desarrollo de un análisis complejo, teniendo en cuenta el mayor número de elementos relacionados posibles, y por supuesto las relaciones existentes.

Esta es la razón de que se plantee un análisis del fenómeno teniendo en cuenta el mayor número de aspectos relacionados posible, y siendo conscientes que dista de ser completo, pero nos dará una visión más amplia para comprender la Contaminación Lumínica y los aspectos derivados de ella.

Comenzaremos por la definición del problema.

**PROBLEMA: ¿De qué hablamos cuando hablamos de Contaminación Lumínica?**

¿Para qué sirve iluminar el cielo nocturno?... para nada. Es un derroche inútil de recursos, y además genera importantes problemas sociales y ecológicos.

Entre 1992 y 2007 la emisión de luz hacia el espacio ha aumentado un 57% en el estado español. [44]

La definición de Contaminación Lumínica recogida en 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**, establece como tal:

*La emisión de flujo luminoso, por fuentes artificiales de luz constituyentes del alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales inadecuados para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada. [15]*

Según la **Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC)** del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC):

*La Contaminación Lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación. El mal apantallamiento de la iluminación de exteriores envía la luz de forma directa hacia el cielo en vez de ser utilizada para iluminar el suelo.*



Según el **Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona:**

*Se entiende por Contaminación Lumínica la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones y/o rangos espectrales donde no es necesario para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.*

Según el **colectivo Cel Fosc:**

*Llamamos Contaminación Lumínica al brillo del cielo nocturno producido por la difusión de la luz artificial.*

Según la **Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía:**

*Emisión de flujo luminoso por fuentes artificiales de luz constituyentes de alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.*

La media de energía desperdiciada por el alumbrado público español es del 10%. [7]



El proceso de iluminación nocturna de pueblos y ciudades ha sido paralelo a su desarrollo y modernización, haciéndolas más seguras y acogedoras. Sin embargo, la idea de que cuanto más luz mejor, es errónea. Si iluminamos más de la cuenta, con mayor potencia de la necesaria, o con las luces mal orientadas, además de gastar más energía de la necesaria, estamos causando serios problemas a otras personas y alterando el delicado equilibrio ecológico de la noche.

Los impactos directos producidos por la Contaminación Lumínica se dividen en dos categorías: Impacto General o de largo alcance, e Impacto Local o de corto alcance. [3]

**Impacto General:** la luz que se emite hacia la atmósfera comienza a rebotar entre las moléculas y partículas atmosféricas, como pueden ser la contaminación o la humedad ambiental, llegando a grandes distancias y generando sobre pueblos y ciudades un gran paraguas luminoso. Este tipo de Contaminación Lumínica es la que hace desaparecer la oscuridad de amplias extensiones de territorio.

**Impacto Local:** se produce por la Contaminación Lumínica directa hacia superficies, objetos o sujetos que no es necesario iluminar. [3]



Se produce justo en las inmediaciones de las luminarias, y puede provocar deslumbramiento molesto o perturbador, especialmente peligroso para personas que están conduciendo, intrusión o invasión lumínica, como por ejemplo cuando la luz se cuela por las ventanas de una casa iluminando su interior, e iluminación excesiva, que consiste en iluminar zonas innecesariamente como pueden ser la alfombras de luz proyectadas por los escaparates encendidos de tiendas cerradas durante la noche.

¿Eres víctima de la intrusión lumínica? Para comprobarlo tan solo tienes que apagar las luces de tu casa y abrir las ventanas... ¿qué ves? Con el Intrusómetro podrás cuantificarla



## CONSECUENCIAS DIRECTAS: oscurecimiento del cielo nocturno.

Son las implicaciones sociales y ambientales más evidentes del problema, o que se relacionan de manera más directa con la Contaminación Lumínica. Aquí están resumidas, ya que las encontrarás más desarrolladas en los Capítulos 3 y 4.

- Resplandor luminoso nocturno.
- Luz intrusa.
- Deslumbramientos.
- Derroche económico y energético.



## PROBLEMAS ASOCIADOS: ecológicos y sociales.

Si investigamos sobre la Contaminación Lumínica y sus consecuencias directas, descubriremos que existen numerosas consecuencias menos evidentes pero cuyo origen sigue siendo el mismo. No se perciben de manera inmediata pero están ahí, por lo que es importante hacerlas visibles para ponerles solución. Aquí están resumidos los problemas asociados a la Contaminación Lumínica, ya que los encontrarás más desarrollados en el Capítulo 4.





### **PROBLEMAS ASOCIADOS: ecológicos y sociales.**

- Desaparición de los hábitats nocturnos.
- Efecto barrera y efecto agujero negro.
- Desorientación.
- Colisiones.
- Alteración del equilibrio presas-depredadores.
- Alteración de biorritmos silvestres.
- Cambios poblacionales.
- Efectos sobre la flora.
- Alteraciones psicobiológicas en las personas.
- Cambios culturales.
- Despilfarro de recursos.
- Pérdida de hábitats para la obtención de recursos energéticos.
- Emisiones de CO<sub>2</sub>: Cambio Climático.
- Costes económicos.



La Contaminación Lumínica es una más de las múltiples facetas de la crisis socioambiental que está teniendo lugar actualmente a escala planetaria. Ésta crisis se hace evidente a través de una serie de indicadores que se desarrollan también en el Capítulo 4.

- Agotamiento y pérdida de calidad de los recursos naturales.
- Alteración del sistema climático.
- Pérdida de biodiversidad.
- Pérdida de diversidad cultural.
- Generación masiva de residuos.
- Deforestación.
- Erosión y desertificación.
- Aumento de población en situación de pobreza y tensión norte-sur.
- Hiperconsumismo.

### **PERSONAS A LAS QUE AFECTA: Humanidad.**

- ★ A quienes observan el firmamento: comunidad científica que estudia las estrellas, colectivos de personas aficionadas a la observación del firmamento, cualquier persona que desee mirar las estrellas.
- ★ A quienes quieren descansar: todas las personas que son víctimas de la intrusión lumínica.



- ★ A quienes conducen: profesionales o no que se desplazan en vehículo por la noche.
- ★ A quienes les afecta el Cambio Climático: todas las personas que habitan el planeta, presentes y futuras.
- ★ A las víctimas de los conflictos por los recursos energéticos.

### **CAUSAS: alumbrado público excesivo o mal diseñado.**

Las luces nocturnas, farolas, focos... se denominan luminarias. Existen de muchos tipos y diseños. Toda la luz emitida fuera del ámbito que se desea iluminar, así como la luz reflejada por exceso de potencia, se convierte en Contaminación Lumínica. Esta información se desarrolla en el Capítulo 3.



### **EVOLUCIÓN TEMPORAL: los últimos 100 - 50 años.**

Desde la antigüedad la observación del cielo nocturno ha sido una actividad importante para las diferentes sociedades. Prácticamente todas han tratado de explicar el mundo en base a su observación, creando mitos y creencias, algunas de las cuales perduran actualmente. A medida que evolucionaba el pensamiento racional se han creado modelos más o menos aceptados, algunos de los cuales planteaban auténticos dilemas morales y religiosos, como las teorías geocéntricas y heliocéntricas para explicar los movimientos de los planetas en el cielo. En el último siglo, paralelamente al auge de la astronomía científica, el cielo nocturno se ha iluminado por el modelo de hiperconsumismo en el que vivimos y que se extiende a la manera en que iluminamos pueblos y ciudades. Actualmente existen iniciativas encaminadas a reducir la Contaminación Lumínica. Este apartado se desarrolla en el Capítulo 2.

### **POSIBLES SOLUCIONES:**

En este apartado están resumidas y poco argumentadas pero las encontrarás más desarrolladas en el Capítulo 5.

- ★ Aplicación de la legislación vigente.

Desde los organismos oficiales se están desarrollando diferentes normativas que buscan revertir o al menos minimizar el impacto de la Contaminación Lumínica.



En Andalucía existe desde el año 2007 una normativa regional, la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, que define el concepto de Contaminación Lumínica, y que incluye entre sus objetivos prevenir, minimizar y corregir los efectos de la dispersión de luz artificial hacia el cielo nocturno; preservar las condiciones naturales de oscuridad en beneficio de los ecosistemas nocturnos en general; promover el uso eficiente del alumbrado sin perjuicio de la seguridad de los usuarios; reducir la intrusión lumínica en zonas distintas a las que se pretende iluminar, principalmente en entornos naturales e interior de edificios residenciales; y salvaguardar la calidad del cielo y facilitar la visión del mismo con carácter general y, en especial, en el entorno de los observatorios astronómicos.

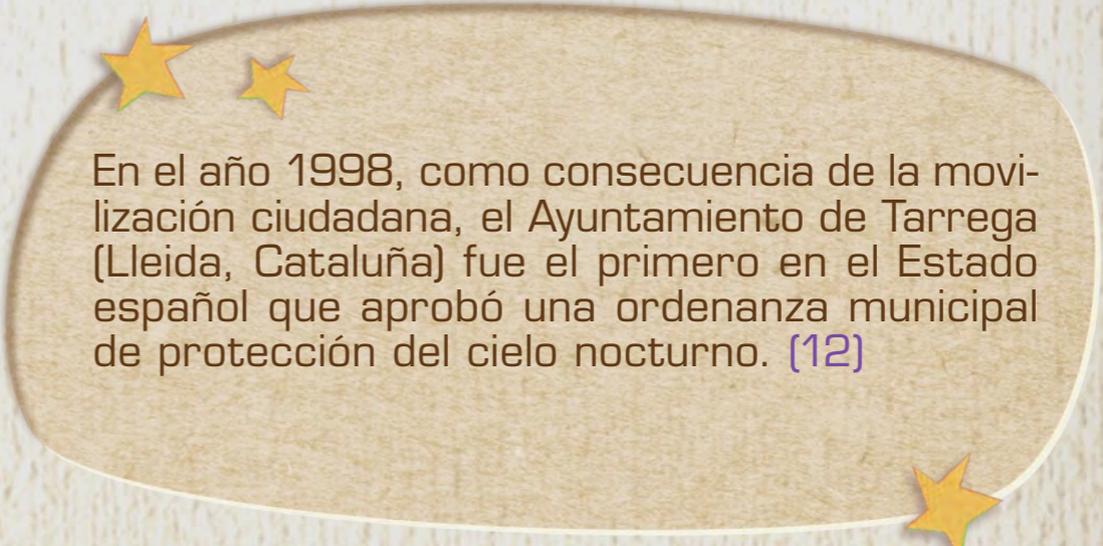
Posteriormente se aprobó el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la Contaminación Lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

Como medida complementaria es preciso que la ciudadanía conozca la existencia de estas normativas para poder demandar que se lleven a la práctica.

#### ★ Informarnos e informar, o educarnos y educar

Una población informada y capacitada para proponer cambios, tiene un considerable potencial para exigir a las personas responsables modificaciones en los modelos de gestión.

Por otro lado la unión hace la fuerza, quizás una persona sola reivindicando la protección del cielo nocturno pasa por una mera anécdota, pero desde hace varios años asociaciones y colectivos de personas preocupadas por la Contaminación Lumínica han conseguido promover iniciativas legislativas para proteger el cielo nocturno.



En el año 1998, como consecuencia de la movilización ciudadana, el Ayuntamiento de Tarrega (Lleida, Cataluña) fue el primero en el Estado español que aprobó una ordenanza municipal de protección del cielo nocturno. <sup>[12]</sup>

#### ★ Alfabetizarnos en cuanto a temas de Contaminación Lumínica y aspectos relacionados se refiere.

Porque continuamente se están desarrollando nuevos conocimientos al respecto, y situaciones que quizás en este momento no tienen soluciones factibles, pueden encontrar diferentes alternativas, o viceversa.

#### ★ Promover proyectos de investigación relacionados con todos los aspectos de la Contaminación Lumínica.

Para incorporar los conocimientos adquiridos, para evaluar las medidas tomadas, para contribuir efectivamente en la minimización del impacto de la Contaminación Lumínica en cualquiera de sus manifestaciones



## CAPITULO 2

### EVOLUCIÓN TEMPORAL

*“La similitud encontrada entre la posición de Tauro en un planisferio del S IX... con los bisontes rupestres sugiere la hipótesis de que el auténtico origen de los dibujos de las constelaciones se halla en los techos de las grutas”*

*Luz Antequera Congregado  
Pintora y doctora en Bellas artes de la Universidad Complutense*

Me senté bajo un olivo  
y brillaban las estrellas,  
iba dejando el camino  
del peso de mis cadenas.

***Bulerías.***

*Camarón  
Antonio Humanes*



Imagina que tú eres la única persona de tu comunidad con la capacidad de predecir los eclipses, o de leer los deseos de los dioses en las estrellas,... ¡tendrías un poder descomunal entre tus vecinas y vecinos!

### 2.1. El cielo estrellado en la antigüedad. Cosmovisiones asociadas a las estrellas.

Actualmente para explicar el origen del Universo se acepta la teoría del Big-Bang, según la cual toda la materia surgió a partir de la nada en un momento dado hace unos 13.700 millones de años, mediante una tremenda explosión. [27]

Las mitologías desarrolladas por las diferentes civilizaciones a lo largo de la historia, son un intento de responder a las cuestiones fundamentales que aún hoy en día seguimos intentando responder, ¿cómo se creó el Universo? ¿por qué existimos? ¿qué nos depara el futuro? ¿qué influencia ejercen las estrellas y los planetas sobre los asuntos de la Tierra?

Hace 10.000 años, con el comienzo de la agricultura, las personas empezaron a mirar el cielo en busca de indicios que les permitieran predecir de alguna manera los mejores momentos para sembrar la Tierra y recoger sus frutos, celebrar sus rituales y orientarse en sus viajes.



Observando los movimientos del Sol, la Luna y las estrellas, y sus variaciones cíclicas, hace más de 5.000 años, en la antigua civilización sumeria, surgida en los valles de los ríos Tigris y Éufrates del cercano oriente, crearon oficialmente la astronomía. El objetivo que perseguían era conocer los deseos y sentimientos de los dioses y diosas de su mitología. Su concepción del Universo se basaba en la idea del paso de un sistema caótico a otro ordenado. En el principio todo era caos, representado por una diosa primordial de nombre Tiamat, que representaba un mar oscuro y destructor, hasta que fue derrotada por el Dios del Cielo Aun, que creó el Universo con su cuerpo vencido, y como premio se le otorgó la supremacía sobre el resto de divinidades, el dios de la Tierra Enlil, Ea el dios del agua dulce, Sin el dios de la Luna, Shamash el dios del Sol e Ishtar diosa del planeta Venus. [22]

En el río Indo se desarrolló hace 5.000 años la cultura protohindú harappa. Pensaban que el mundo descansaba sobre cuatro elefantes, y estos a su vez sobre una tortuga que flota en un océano universal, en el que los astros giran alrededor de la Tierra. [8]

Aunque existen personas que la ponen en duda, la primera evidencia en Europa de que las personas observaban detenidamente los fenómenos del cielo, se encuentra en un dolmen llamado Newgrange, construido hace entre 5.300 y 4.900 años en Irlanda. Se trata de una cámara funeraria subterránea a la que se accede a través de un pasillo de 18 metros, cuya orientación permite la entrada de la luz del Sol durante 17 minutos en la mañana de cada solsticio de invierno, iluminando el interior. [25]

La civilización china desarrolló primero la teoría del Cielo Recubridor, según la cual la Tierra es una superficie plana y cuadrada, sobre la que gira una cúpula semiesférica donde se suceden el día y la noche. Posteriormente, en el 200 a.C., le siguió la teoría del Cielo Esférico, que compara el Universo con un huevo, cuya yema sería la Tierra, y la cáscara el firmamento. Ambas las dedujeron después de observar meticulosamente el firmamento, prueba de ello es que suyo es el mérito de, además de predecir con total exactitud los eclipses de Sol y Luna, ser la primera civilización que dejó un registro histórico de una observación astronómica, concretamente un eclipse solar, observado en el año 2.697 a.C. [8]

Para casi todas las culturas americanas precolombinas, los cuerpos celestes dominaban sus vidas, siendo el Sol uno de los elementos principales. La civilización maya del siglo VI dominaba las matemáticas, tomaba nota de los movimientos del cielo, construía sus monumentos con orientaciones estelares intencionadas, disponían de completos calendarios a largo plazo y predecía los eclipses. Para la civilización mexicana, desarrollada entre los siglos XIII y XV en el valle del lago Tenochtitlan donde actualmente se encuentra la ciudad de México D.F., el mundo era un disco plano rodeado de agua, o un cocodrilo flotando en un océano lleno de nenúfares, y la expresión “el Sol se ha ido eclipsado” significaba la muerte de un monarca.



El mito central de su cultura era la leyenda de los cinco soles. Según ésta, el tiempo de la Tierra se dividía en cinco grandes fases, 4 de las cuales ya habían pasado, y cuando llegaron los españoles destruyendo su imperio se encontraban en la quinta y última, llamada 5-movimiento, que terminaría por una sucesión de terremotos junto con la llegada de terribles seres del crepúsculo, y las personas se convertirían en animales, probablemente guajalotes (pavos). (21)

La idea más aceptada en la Grecia preclásica era que la Tierra era un disco en cuyo centro estaría la propia Grecia, rodeado por el Río-Océano que entraba hacia el centro a través del Mar Mediterráneo. Hecateo de Mileto, en el S VI a.C., llegó a realizar el cálculo de su diámetro en 8.000 km. Sin embargo, por la misma época Filolao de Tarento propuso que la Tierra debía ser redonda, basándose en sus observaciones del perfil de la sombra de la Tierra al proyectarse sobre la Luna durante los eclipses. Diferentes escuelas filosóficas griegas, entre los siglos VI a.C y II d.C., buscaron respuestas razonables a sus observaciones científicas de los fenómenos naturales, impulsando el desarrollo de la astronomía y la geodesia. (8)

**De la época:** argumento irrefutable contra la idea de una Tierra redonda.

“Si nosotros no nos caemos es porque estamos arriba, mientras que abajo la gente debe caer hacia el cielo”.

Durante la Edad Media europea, la idea más generalizada era la de la Tierra como una esfera, incluida dentro de otra más grande, de naturaleza sólida y firme, de ahí el nombre del cielo nocturno o “firmamento”, donde las estrellas serían agujeros a través de los que se contemplaba el resplandor del cielo divino. (24)

### PARA QUE INVESTIGUES

Tales de Mileto, Escuelas Jónicas, Aristóteles, Ptolomeo, Apolonio de Pérgamo, Heráclides de Ponto, Aristarco de Samos, Eratóstenes.

Una cuestión que generó encendidos debates durante siglos fue la situación de la Tierra en el Universo. Según la teoría geocéntrica la Tierra sería el centro y todo, las estrellas, los planetas y el Sol, girarían a su alrededor. Y según la teoría heliocéntrica, el Sol sería el centro alrededor de lo que giraría todo, incluida la Tierra.

La teoría geocéntrica fue desarrollada entre Babilonia y Grecia, para explicar las observaciones de los movimientos de los planetas, apoyándose en el concepto del círculo como forma geométrica perfecta. Se basa en la idea de que la Tierra es el centro del Universo, sobre la que giran los planetas en círculos epiciclos. De esta manera se explicaban la mayor parte de las observaciones, aunque no todas, y a medida que se añadían nuevas observaciones, el modelo se complicaba paulatinamente para intentar explicarlas sin llegar a conseguirlo del todo.



**Círculos epílicos:** para explicar las observaciones, que mostraban a diferentes planetas cambiando de sentido en sus desplazamientos por el firmamento, se creó la teoría de los círculos epílicos, según la cual los planetas giraban en torno a la Tierra, y al mismo tiempo realizaban orbitas circulares sobre su propio desplazamiento, los llamados círculos epílicos.

Aristarco de Samos propuso, además de la teoría heliocéntrica, la rotación de la Tierra sobre su propio eje. Esto planteaba la siguiente pregunta entre sus detractores: si la Tierra gira a gran velocidad, ¿qué impide que salgamos disparados? Todavía faltaban muchos siglos para que se demostrase la existencia de la fuerza de gravedad planetaria.

Pese a sus fallos, la teoría geocéntrica fue adoptada por la Iglesia Cristiana, convirtiéndose en verdad irrefutable para toda la Edad Media hasta el S XVI durante el Renacimiento, cuando Copérnico recuperó y mejoró la teoría heliocéntrica después de 1.700 años de olvido, según la cual el Sol se sitúa en el centro, y los planetas, incluida la Tierra, giran a su alrededor. Esta teoría había sido propuesta anteriormente por algunos filósofos griegos, como Aristarco de Samos (310-230 a.C.) cuyos trabajos se perdieron en el incendio de la Biblioteca de Alejandría, pero fueron citados por Plutarco y Arquímedes en Grecia, y defendidas por Seleuco en Babilonia, por lo que se pudieron conservar indirectamente. [23]

El mundo islámico en la Edad Media dedicó una gran atención a las ciencias, filosofía, literatura, medicina, matemáticas y astronomía entre otras disciplinas. Perfeccionaron los instrumentos y métodos de observación, elaborando tablas astronómicas tan precisas que se usarían en todo el mundo durante siglos. En Al-Andalus vivió Averroes, influyente pensador y gran admirador de Aristóteles, que defendió y perfeccionó la teoría geocéntrica, contribuyendo a extenderla por el mundo medieval. [8]



Fátima de Madrid, vivió entre los siglos X y XI durante la época del califato de Córdoba. Entre su obra destacan “Las correcciones de Fátima”, en las que probablemente plasmó las ediciones y correcciones de las Tablas Astronómicas de al-Khwarizmi, tras los respectivos ajustes al meridiano de Córdoba, donde el referente para los cálculos realizados era la capital del califato, o “el Centro del mundo”. Calendarios, cálculos de las posiciones del Sol, la Luna, los planetas, tablas de senos y tangentes, astronomía esférica, tablas astrológicas, cálculos de paralaje, eclipses y visibilidad de la Luna fueron otros grandes aportes que entre Fátima y su padre le aportaron a los fundamentos de la astronomía en España.

Por la forma en que nos cuentan la historia, parece que la ciencia y la investigación han sido actividades exclusivamente desarrolladas por hombres. Sin embargo las mujeres, pese a tenerlo más difícil por numerosas razones, también han realizado importantes aportaciones en todos los campos, incluyendo la astronomía. Aquí te dejamos un enlace para que profundices en la historia de las Astrónomas.

[http://astronomia2009.es/Proyectos\\_pilares/Ella\\_es\\_una\\_Astronoma/Proyectos.html](http://astronomia2009.es/Proyectos_pilares/Ella_es_una_Astronoma/Proyectos.html)

## PARA QUE INVESTIGUES

Abu Ishaq Ibrahim Ibn Yahya Al-Zarqali (1029 - 1087), conocido como “Azarquiel” por sus ojos azules (zarcos), vivió en Toledo, Córdoba y Sevilla dedicándose a la fabricación de instrumentos de precisión. Además de compilar las Tablas Astronómicas de Toledo y crear instrumental astronómico, desarrolló novedosas teorías que no fueron corroboradas hasta varios siglos después, relacionadas con la forma de las órbitas planetarias, la predicción de eclipses y la aparición de cometas. (35)

Alfonso X (1221-1284), conocido como “El Sabio”, fomentó y participó en la investigación astronómica de su época, dejando un importante legado escrito al respecto, donde destacan “Libros del saber de astronomía” y las “Tablas Alfonsíes”.



Así pues, la teoría geocéntrica, como tantas otras ideas, dominó el pensamiento humano hasta que se pudo demostrar que era errónea. Fue Copérnico, ya en el S XVI, el que pudo sentar las bases del heliocentrismo, pese a la persecución a la que fue sometido por la Iglesia Católica al declarar sus teorías como herejes. Su idea principal es la siguiente “No existe un único punto central de las esferas celestes. El centro de la Tierra no es el centro del Universo, solo el de gravedad y el de la órbita lunar. Todas las órbitas planetarias, incluida la de la Tierra, rodean el Sol”. [8]

A partir de entonces la revolución de la astronomía es imparable, pasando de la concepción medieval del Universo al pensamiento científico moderno.

Galileo Galilei (1564-1642): el telescopio fue inventado por Zacarías Jansen y Hans Lipperhey. Se lo ofrecieron a los príncipes de Medicis con fines militares, para espiar los movimientos del enemigo. En 1609 Galileo escuchó hablar del nuevo invento, y rápidamente se construyó uno propio, pero en vez de buscar barcos o ejércitos, lo utilizó para observar el cielo. Descubrió montañas en la Luna, satélites alrededor de algunos planetas, aros alrededor de Saturno, manchas en el Sol y multitud de maravillas [28]. Publicó sus descubrimientos en un libro llamado Sidereus Nuncius, “el mensajero de los astros”, que provocó un gran revuelo y tremendas críticas. Al final de su vida fue perseguido por la Iglesia Católica debido a su defensa de la teoría heliocéntrica de Copérnico.

Recurso para clase: presentación biografía Galileo Galilei

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/AIA/biografia.htm>

Johanes Kepler (1571-1630): el famoso astrónomo Tycho Brahe lo invitó a trabajar en su observatorio y le encargó estudiar la órbita de Marte, a lo que respondió que lo haría en ocho días. Finalmente le dedicó ocho años, y en su libro Astronomía Nova postuló las conocidas como Leyes de Kepler, con las que desmontó la idea de que los planetas giraban en órbitas circulares.

Recurso para clase: presentación biografía Kepler

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/AIA/biokepler.htm>

Huygens (1629-1695): era un científico multidisciplinar que aportó importantes descubrimientos dentro de las matemáticas y la física. En el campo de la astronomía destacó como diseñador y constructor de telescopios cada vez más potentes, que le permitieron descubrir el satélite Titan de Saturno, o demostrar que Marte gira en torno a un eje. [8]



Isaac Newton (1642-1727): definido como físico, matemático, filósofo, teólogo, alquimista e inventor, se puede decir que era una mente inquieta. Estableció los principios de la Mecánica Clásica y enunció la Ley de la Gravitación Universal, a partir de la cual pudo demostrar matemáticamente las Leyes de Kepler. Esto le permite explicar los movimientos de los planetas en el cielo por primera vez en la historia de la humanidad. A partir de la Ley de la Gravitación Universal, Newton pudo establecer además la Teoría de Equilibrio, a partir de la cual da la primera explicación acertada al fenómeno de las mareas oceánicas. (8)

Ley de la Gravitación Universal: la fuerza que ejerce una partícula puntual con masa  $m_1$  sobre otra con masa  $m_2$  es directamente proporcional al producto de las masas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Halley (1656-1742): además de predecir la aparición años después de su muerte del cometa que lleva su nombre, en 1718 descubrió el movimiento propio de las estrellas. (8)

## PARA QUE INVESTIGUES

Tycho Brahe (1546-1601); Johannes Bayer (1572-1625); Edmund Halley (1656-1742); Johannes Höwelcke (Hevelius) (1611-1687); John Flamsteed (1646-1719); Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762); Charles Messier (1730-1817); Johann Ehlert Bode (1747-1826); William Herschel (1738-1822); Caroline Lucretia (1750-1848); William Huggins (1824-1910); Alexander von Humboldt (1769-1859)

En 1838 se midió la distancia a una estrella desde la Tierra por primera vez. Fue obra de Friedrich W. Bessel, que calculó la distancia que nos separa de la estrella 61 de la constelación del Cisne, situada a 11 años luz. Simultáneamente, T.Henderson y F.G. Struve calcularon la distancia hasta Alfa Centauro y Vega respectivamente. (8)

Una pregunta cuya respuesta debería saber todo el mundo: ¿cuál es la estrella más cercana a la Tierra? Prueba a plantearla en clase, a ver qué pasa.



## 2.2. ¿Qué nos han contado las estrellas?

Mirando al cielo se nos pueden ocurrir infinidad de ideas para explicar lo que estamos viendo. Eso es lo que ha hecho la humanidad a lo largo de la historia, y sigue haciéndolo hoy en día. En un principio las estrellas, la Luna, el Sol y todos los fenómenos celestiales se relacionaban con diferentes dioses y diosas, sus estados de ánimo y sus deseos, ya que semejantes seres debían vivir allí arriba, sobre las cabezas de las personas. A modo de ejemplo, la cultura babilonia de hace 3.700 años, considerada la creadora de la astronomía, disponía de un amplio panteón celestial que incluía a Anu el dios del cielo, Entil dios del aire, Ea dios de las aguas, Sin diosa de la Luna, Shamash dios del Sol, Ishtar diosa del planeta Venus... etc. [36]

**Astronimia o astronomenclatura.** Te animamos a que realices con tus alumnos y alumnas un glosario de nombres populares del firmamento en tu localidad.

Algo que casi todas las culturas comparten es la creación de constelaciones. Las constelaciones son asociaciones artificiales entre diferentes estrellas, normalmente las más brillantes del firmamento, para formar figuras geométricas, animales, plantas y personajes míticos. De esta manera se crea un cierto orden en el caos que son las estrellas del cielo, proporcionando seguridad a las personas.

Claudio Ptolomeo recogió todas las nomenclaturas astronómicas anteriores desarrolladas en Sumeria y Egipto en su libro "El gran sistema de la astronomía", más conocido por su versión árabe "El almagesto", en el año 150. [28]

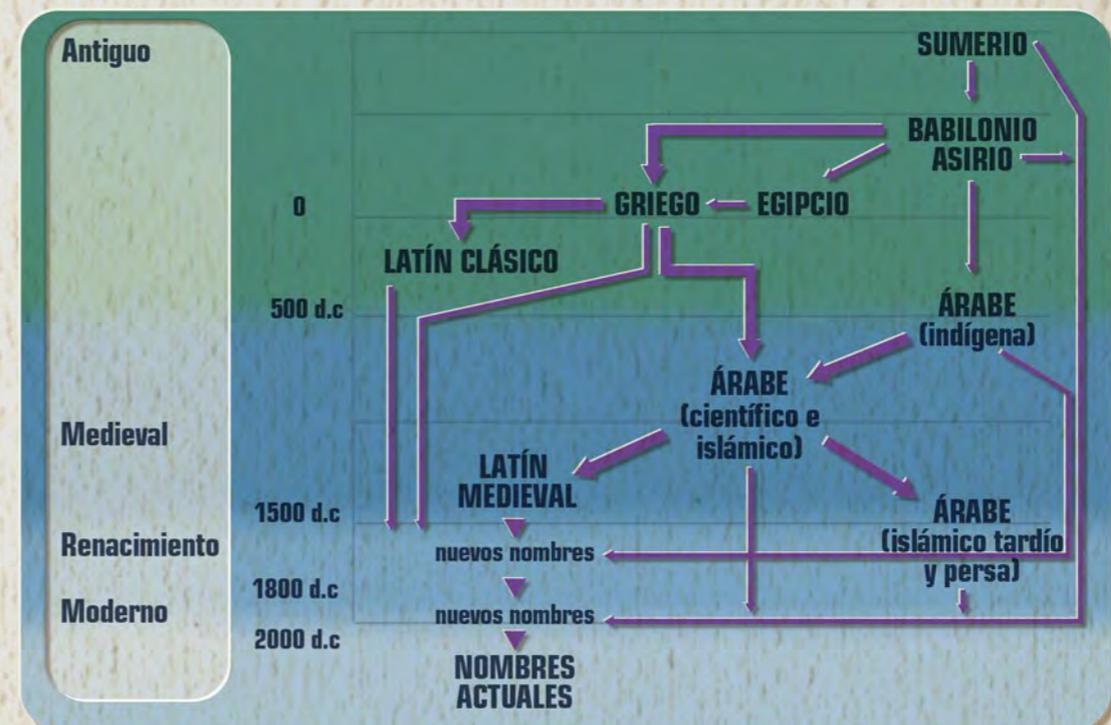


Figura 3.2.1 Origen de los nombres astronómicos. Elaborado a partir de "Periodismo científico: la astronomía en titulares de prensa"





Todas las culturas han bautizado con sus propios nombres los cuerpos celestes. Actualmente la ciencia astronómica les asigna letras y números para poder entenderse a lo largo y ancho del planeta. Sin embargo existe una cultura popular en la que persisten numerosos nombres. Aquí te ofrecemos los nombres más comunes, pero si investigas con tu clase los nombres locales de las estrellas y constelaciones seguramente podáis ampliar esta lista.



## Planetas y satélites

**El lucero del alba y del atardecer:** Venus. Es el astro más visible desde la Tierra, después del Sol y la Luna. Debido a que a veces se ve al amanecer, y otras al anochecer, recibe nombres como lucero de la aurora, lucero de irse el día, lucero de la mañana, lucero del día, lucero de venir el día, lucero vespertino...

También se lo conoce en diferentes sitios como apeayeguas, por coincidir su aparición matutina con el momento de apear y soltar las yeguas en los prados [38], así como matagañanes o matamuchachos, por aparecer a la hora en que los gañanes se levantan para apajar a los bueyes. [37]

**El lucero de la noche:** Júpiter. Al igual que Venus, es una luz que destaca por su intensidad en el cielo, por lo que también recibe el nombre de lucero, concretamente

**Selene:** la Luna. Ha marcado los calendarios agrícolas para numerosas tareas como podas, siembras, injertos, cosechas o apareamientos de ganado. Además la Luna recibe infinidad de nombres populares debido a su gran visibilidad y su vinculación con el amor, la poesía o la locura. Entre ellos podemos citar Catalina, Lola o Rosalía.

## Estrellas

**Sol:** posiblemente el nombre más utilizado actualmente para referirse al Sol sea Lorenzo, asociado a la frase "Como pega el Lorenzo". Existe una canción infantil que dice: El Sol se llama Lorenzo/ la Luna Catalina/ cuando se acuesta Lorenzo/ se levanta Catalina.



**Espiga y vendimiadora:** en la constelación de Virgo se encuentran dos estrellas relacionadas con los ciclos agrícolas. Su estrella principal,  $\alpha$  Virginis, recibió el nombre latino de Spica, “la espiga”. Mientras que  $\epsilon$  Virginis era conocida popularmente como Vindemiatrix, “la vendimiadora”. Esto se debe a que hace 2.000 años cuando la constelación de Virgo desaparecía del cielo indicaba el comienzo de la cosecha y de la vendimia. (28)

**El cabrero:** es la estrella más brillante de la constelación de Tauro, cuyo nombre es Aldebarán, palabra derivada del árabe al-dabarán que significa “la que sigue”, por su localización detrás del cúmulo de las Pleyades. En la antigua Roma se le conocía como Palilicium, en honor a la diosa Pales, protectora del ganado doméstico.

Edmund Halley utilizó Aldebarán, junto a otras dos, Sirio y Arturo, para demostrar el movimiento propio de las estrellas, mediante la comparación de su ubicación en el cielo con datos procedentes de catálogos más antiguos.

**El lucero miguero:** la estrella Sirio, perteneciente a la constelación del Can Mayor, popularmente conocido como lucero miguero debido a que al aparecer al final de la noche, indicaba el momento de comenzar a preparar las migas antes de salir a faenar al campo. Esta estrella ha sido el indicador para el comienzo del año agrícola en numerosas civilizaciones a lo largo de la historia.

## Constelaciones

**El carro, el carro triunfante, el carro grande:** la Osa Mayor. Las siete estrellas que conforman la constelación de la Osa Mayor han sido bautizadas con multitud de nombres en diferentes lugares y épocas: Las Siete Monedas de Oro, los Siete Sabios, los Siete Toros, los Siete Durmientes de Éfeso, los Siete Campeones de la Cristiandad, los Siete Pequeños Indios. (28)

## Asterismos

Un asterismo es un conjunto destacado de estrellas, que sin llegar a ser una constelación, recibe algún nombre popular, como son por ejemplo las Pléyades. (28)

**Las cabrillas, las siete cabrillas o las siete hermanas:** Las Pléyades son un cúmulo de estrellas, visible a simple vista, que ha constituido referencia obligada para la agricultura y la navegación. Incluso se especula con que estén representadas en las pinturas rupestres de la cueva de Lascaux (Dordoña, Francia). (28)

Pléyades deriva del griego *Pleiades* que significa palomas, pues según la mitología las puso Zeus en el cielo para escapar de la persecución de Orión, el cazador. Para los pastores representaban a siete cabrillas. (28)



Soraya es el nombre persa de las Pléyades. En japonés se llaman Subaru, como una marca de coche.

**Las húmedas o las lluviosas:** el Cúmulo de las Híades. Otro cúmulo de estrellas observable a simple vista, con forma de V, es el de las Híades, cuyo nombre, de origen griego, significa “estrellas o astros de lluvia”, debido a que su aparición en el cielo coincide con la época de lluvias de la primavera. (28)

**Los astillejos:** existen dos teorías para ubicar este nombre popular. Según la primera, son dos estrellas, de nombre Pollux y Castor, que forman parte de la constelación de Géminis, también conocidas como “los gemelos”. Y según la segunda son las tres estrellas del cinturón de Orión, conocidas popularmente también como “las tres Marías”. Literalmente significa estrellas, por lo que no ayuda a resolver la cuestión.

**Las tres Marías o los tres reyes:** el cinturón de la constelación de Orión, compuesto por las estrellas Mintaka, Alnilam y Alnitak, nombres procedentes de la cultura árabe.

**Las guardas:** son las estrellas Beta y Gamma de la constelación de la osa menor. Reciben el nombre las guardas porque aparentan estar girando alrededor de la Estrella Polar, como si la estuvieran protegiendo o guardando.

## Otros cuerpos y fenómenos celestes

La aparición de un cometa en el cielo se ha asociado desde la antigüedad con catástrofes y desgracias. (26)

**El camino de Santiago:** la vía láctea. Utilizada en los ciclos agrícolas, como por ejemplo para la vendimia, indicando su localización en el cenit del firmamento el inicio de la recolección.

Cuando observamos el cielo nocturno podemos ver una amplia banda de color lechoso. Es nuestra galaxia, palabra derivada del griego *galaxie* que significa lácteo, y de ahí el nombre de Vía Láctea. (27)

**Meteoritos:** Estrellas con cola, de rabo y errantes, son las estrellas fugaces.

**Las lágrimas de San Lorenzo:** se trata de una lluvia de estrellas fugaces, que se produce entre los días 11 y 13 de agosto de cada año, al cruzar la Tierra la estela de partículas dejadas por el cometa Swift-Tuttle en su órbita de 120 años alrededor del Sol. Las partículas entran en la atmósfera terrestre dejando abundantes trazos luminosos.

**Las leónidas:** otra lluvia de estrellas fugaces, que sucede todos los años alrededor del 17 de noviembre, originada por el encuentro de la Tierra con los restos dejados por el cometa Tempel-Tuttle. El nombre se debe a que aparecen por la constelación de Leo. (28)



**Las táuridas:** lluvia de estrellas fugaces sobre la constelación de Tauro entre el 3 y el 5 de noviembre, producida por los restos del cometa Encke. (28)

**Las gemínidas:** a mediados de diciembre, en la zona de la constelación de Géminis, producida por el asteroide 3.200 Phaeton. (28)

### 2.2.1. Las estrellas marcan el calendario

La civilización sumeria, hace entre 6.000 y 5.300 años, floreció en las orillas del río Éufrates, en Mesopotamia. La preocupación por conocer los deseos e intenciones de los dioses, propició que las castas sacerdotales se dedicaran a observar minuciosamente las estrellas desde lo alto de unas altas construcciones llamadas Zigurats. Gracias a sus minuciosas observaciones, y a sus conocimientos matemáticos, establecieron el primer calendario conocido de la historia. (22)

**Nuestras herencias sumerias:** la división del año en 12 meses, la del día en 24 horas, la hora en sesenta minutos y el minuto en sesenta segundos. Es probable también que sea suya la división de la semana en siete días. (22)

En la misma zona geográfica, pero 2.500 años más tarde, en el 600 a.C., el Imperio Caldeo, dirigido por Nabucodonosor, con capital en Babilonia, desarrolló un calendario de 354 días divididos en 12 meses lunares. Para acomodarse al ciclo solar de las estaciones, debían incluir a veces un mes número 13. Los babilonios elaboraron un ciclo de 19 años en el que había 12 años con 12 meses y 7 años con 13 meses, siguiendo un esquema fijo que mantenía a la par la Luna y el Sol. (22)

La cultura griega admiraba el conocimiento de Babilonia. Tales de Mileto y Pitágoras, fueron a Babilonia para empaparse de su saber, y después en Grecia desarrollaron su propia filosofía. Entre las cosas que se llevaron estaba el calendario lunar, que permaneció en uso durante cinco siglos más, hasta que Julio César, en Roma, encargó la elaboración de un nuevo calendario, basado en uno solar preexistente creado por la cultura egipcia, que es el que usamos en la actualidad. (22)

Nuestro calendario de 365 días divididos en 12 meses es una copia del desarrollado por la cultura egipcia hace unos 5.000 años. Este consistía en tres estaciones llamadas *inundación*, *siembra* y *cosecha*, divididas cada una en cuatro meses de treinta días, y divididos cada uno en tres semanas de 10 días cada una. La suma de todos sus días resulta 360, por lo que incluyeron 5 días extras llamados epagómenos. De esta manera se ajustaba el calendario a los ciclos de los astros. (6)

En China, midiendo la duración del año solar con un gnomon, instrumento parecido a un palo, crearon un calendario solar de 365 días hace 2.400 años. (8)



¿Quieres medir el radio de la Tierra con tu clase usando un gnomon? En el siguiente enlace tienes toda la información para hacerlo.

[http://www.astronomia2009.es/Proyectos de ambito nacional/La medida del Radio de la Tierra/Actividades con el gnomon.html](http://www.astronomia2009.es/Proyectos_de_ambito_nacional/La_medida_del_Radio_de_la_Tierra/Actividades_con_el_gnomon.html)

La cultura mexicana del siglo XV, disponía de dos calendarios heredados de civilizaciones más antiguas. El *tonalpohualli* con doscientos sesenta días divididos en 20 semanas de trece días, servía para poner nombres en función del día del nacimiento, así como para predecir el destino que correría cada persona en su vida. Y el *xiuhpohualli* de 360 días divididos en 18 meses, a los que para completar la duración del año solar sumaban 5 días “baldíos” o “aziagos” en los que se consideraba de muy mala suerte nacer. [21]

En la cultura musulmana el calendario estaba basado únicamente en las fases lunares, por lo que su duración es 11 días menor que el calendario Gregoriano. Esta es la razón de que el mes del Ramadán se desplace a lo largo de las estaciones, y de que el siglo musulmán sea 3 años y medio más corto que el nuestro. [28]

La Luna es también la base sobre la que se creó el concepto de semana. Una semana resulta de la división entre cuatro del conjunto de las fases lunares, Luna nueva, Luna llena, cuarto creciente y cuarto menguante, que tienen una duración completa de entre 29 y 30 días. Aunque el resultado oscila entre 7,25 y 7,5, para simplificar la duración de la semana se redondeó a siete días. El siete se consideraba un número mágico, al coincidir con los metales y con los planetas conocidos, por lo que se estableció una relación entre los días de la semana, los metales, los dioses y los planetas. [28]

Día de la semana	Dioses / Planetas	Metales
Lunes	Luna	Plata
Martes	Marte	Hierro
Miércoles	Mercurio	Mercurio
Jueves	Júpiter	Estaño
Viernes	Venus	Cobre
Sábado	Saturno	Plomo
Domingo	Sol	Oro



### 2.3. ¿Qué nos cuentan hoy en día las estrellas?

Gracias a los avances tecnológicos de los dos últimos siglos, la ciencia de la astronomía está realizando avances inauditos. Telescopios terrestres de dimensiones colosales, que permiten ver el nacimiento y la muerte de estrellas situadas en los confines del Universo, telescopios espaciales que no tienen que superar las interferencias producidas por la atmósfera terrestre como el Hubble, sondas espaciales que viajan hasta los diferentes planetas del sistema solar, aterrizan y mandan imágenes, o aceleradores de partículas que simulan los primeros momentos atómicos tras la creación del Universo.

El conocimiento generado por la astronomía actual supera con creces los límites de este material didáctico. Tan solo nos quedaremos con la idea de que nos encontramos en el momento más dulce para la investigación del Universo de la historia de la humanidad. Nunca antes había contado con tanto potencial tecnológico y humano, con tanto reconocimiento social y con tantas perspectivas de futuro. Si deseas profundizar en la astronomía actual te recomendamos que visites los enlaces de interés.

Pero no todo son buenas noticias. Las primeras personas que se percataron de la existencia de la Contaminación Lumínica, en los años 70 del S XX, fueron aquellas que se dedican a la astronomía [11], la observación y estudio de las estrellas. Debido a la desaparición de la oscuridad de la noche, empezaron a tener dificultades para ver las estrellas incluso en los lugares más alejados, remotos y aislados de los focos contaminantes como ciudades, pueblos y zonas industriales.

¿Dónde y cuándo se alumbró con bombillas una calle por primera vez? Nueva York, año 1879. [13]

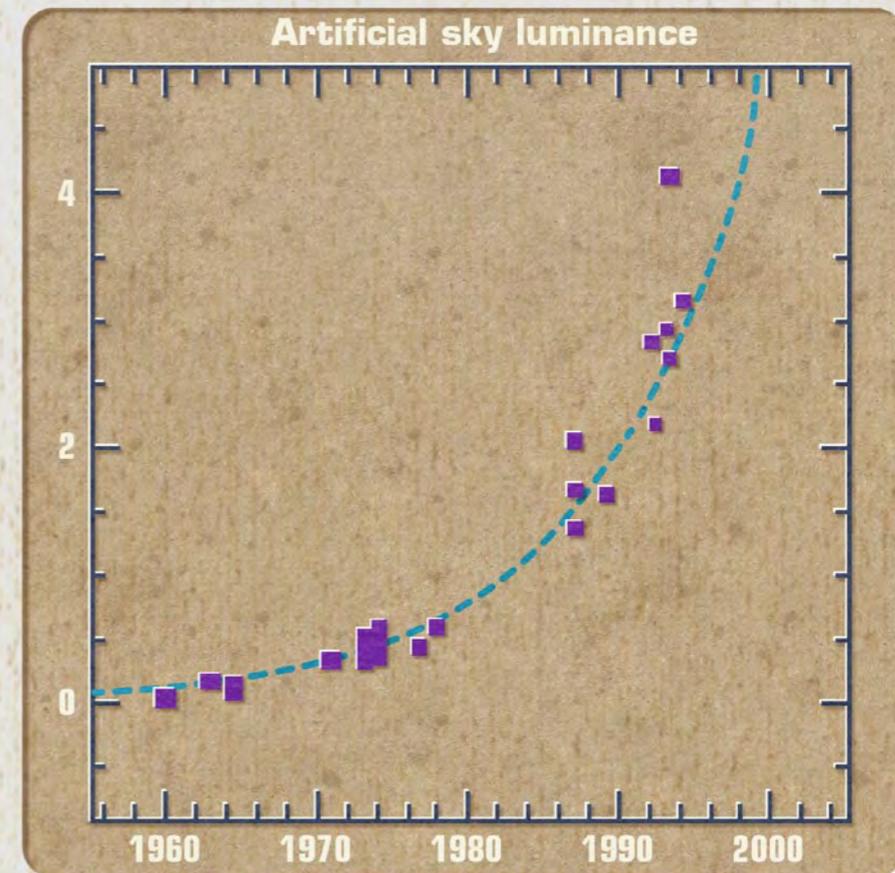


Figura 3.2.2 Incremento de la luz artificial emitida hacia el cielo desde hace medio siglo. Elaborado a partir de [www.astrogranada.org](http://www.astrogranada.org)

Poco a poco se ha generado una sensibilidad social respecto al problema, que se ha traducido en iniciativas, reglamentos y legislaciones para solucionarlo. Sin embargo queda mucho por hacer.



## CAPITULO 3 LAS CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

*Un buen diseño y un control adecuado del alumbrado nocturno de exteriores redundan en la protección del paisaje y los hábitat; favorece la salud, la privacidad y el descanso; mejora la seguridad vial y ciudadana y el confort visual; y maximiza el aprovechamiento de la energía.*

*Carlos Herranz Dorremochea*

Tú alumbras mi alma,  
tú alumbras mi casa,  
tú alumbras mi vida.  
Tú eres la noche  
que ilumina mi sueño,  
tú eres mi vida.

*Seguiriya.*  
*Pepe de Lucia.*



### Alegato a favor del derroche

Derrochar puede ser positivo si se trata de sentimientos pero el derroche lumínico implica despilfarro económico y energético y es un comportamiento insolidario y egoísta. Porque lo que estamos haciendo es consumir recursos naturales inútilmente, recursos que no son nuestros, que pertenecen a la Tierra, a otras personas, seres vivos ecosistemas y a las generaciones venideras, dejándoles como herencia nuestros residuos y modificando las condiciones de habitabilidad del planeta. La iluminación nocturna es sin duda un gran avance de la humanidad, pero si convertimos la luz en contaminación, significa un retroceso.

La Península Ibérica es uno de los lugares favoritos de las tripulaciones espaciales para realizar fotografías nocturnas, pues el cielo está normalmente despejado y siempre está muy iluminada. [45]

La Contaminación Lumínica es un problema actual, que afecta en muchos sentidos a nuestra vida cotidiana y a la vida de todos los seres. Pero, ¿qué es realmente la Contaminación Lumínica? En contra de lo que normalmente se cree, la Contaminación Lumínica no es únicamente la proyección de luz directamente hacia el cielo, sino la iluminación de todas aquellas zonas que no deben ser iluminadas, ya sean firmamento, ventanas de casas, vías de circulación,... etc.



### 3.1. ¿Cómo iluminamos nuestras calles?

Luminarias: aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas y protegerlas y, cuando resulta necesario, disponen de los circuitos y dispositivos necesarios para conectarlas a la red de alimentación eléctrica. (7)

Iluminar demasiado provoca la Contaminación Lumínica. Las luminarias tienen la función de alumbrar una zona concreta, normalmente situada en el suelo. Toda la luz que se dirige hacia el cielo se denomina Flujo del Hemisferio Superior (FHS). Otra fuente importante de Contaminación Lumínica es la luz emitida en sentido horizontal, que se transmite, si nada lo impide, a grandes distancias, siendo la responsable de las interferencias con las observaciones astronómicas y con la desaparición de la oscuridad de la noche en amplios territorios alejados de los núcleos urbanos. Tan sólo la luz dirigida hacia el Hemisferio Inferior de la luminaria es luz útil, pero aún así hay que tener cuidado, pues si la intensidad es superior a la necesaria, el exceso será reflejado por el suelo y demás superficies iluminadas, convirtiéndose también en Contaminación Lumínica.

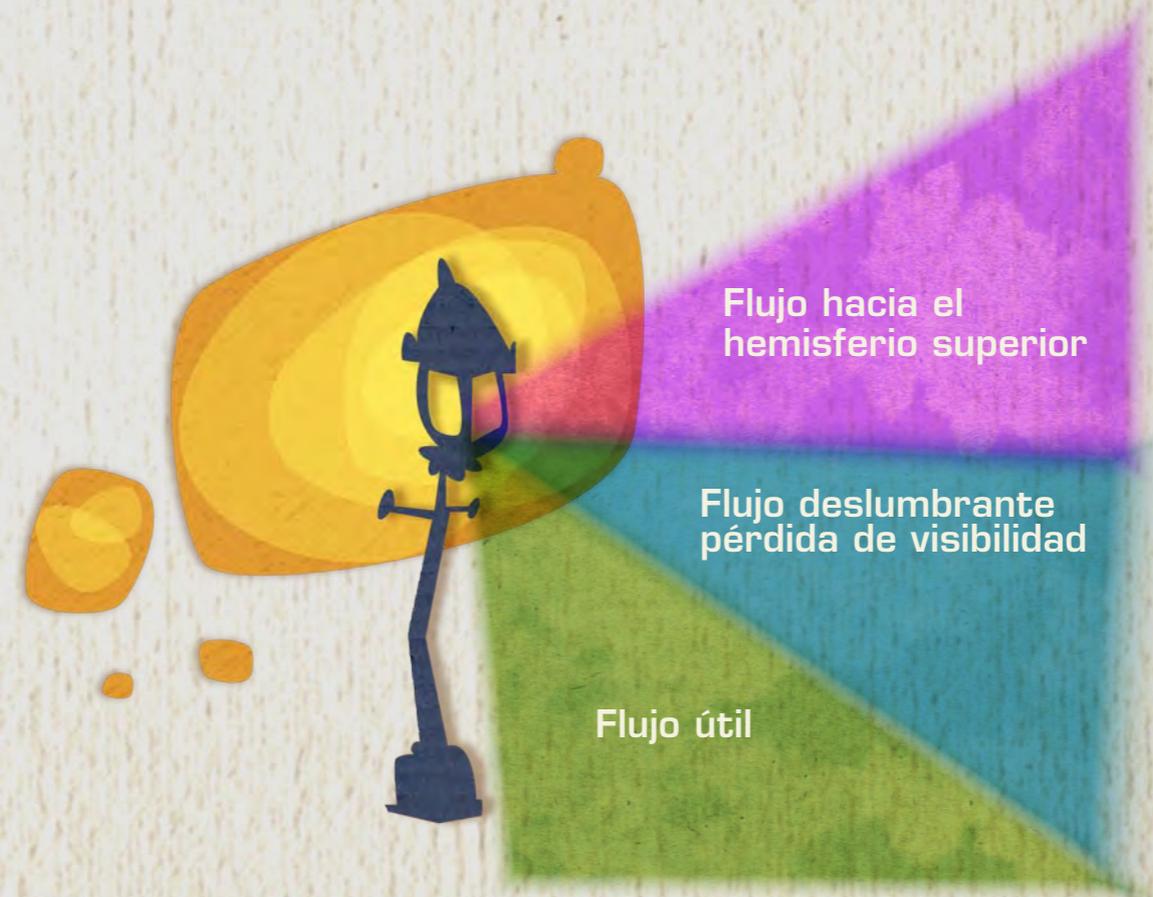


Figura 3.3.1 Esquema de tipos de flujos luminosos en función de su dirección. Elaborado a partir de "Guía práctica de iluminación de exteriores. Alumbrado eficiente y control de la Contaminación Lumínica".

Los efectos directos de esta forma de contaminación son: la dispersión hacia el cielo, la intrusión lumínica, el deslumbramiento y la sobreiluminación.

La dispersión hacia el cielo se origina por el hecho de que la luz interactúa con las partículas del aire, desviándose en todas direcciones. Prueba de esto es el halo luminoso que envuelve las ciudades y que es visible a kilómetros de distancia.



La intrusión lumínica ocurre cuando la luz de las luminarias accede al interior de la vivienda por las ventanas. Es un fenómeno imposible de erradicar, puesto que las paredes de los propios edificios también reflejan parte de la luz que incide sobre ellas, pero sí es cierto que se puede controlar más con el diseño del alumbrado, para dirigir la luz hacia el suelo lo máximo posible.

El deslumbramiento se origina cuando el haz de luz incide directamente sobre el ojo, con una intensidad lo suficientemente alta como para que la pupila no pueda adaptarse y provoque el hecho de tener que reaccionar desviando la mirada.

La sobreiluminación tiene dos motivos principales, ambos relacionados con la existencia de niveles de iluminación inadecuados: El primero de ellos, va directamente relacionado con la baja eficiencia de las lámparas. Convencionalmente, al tener lámparas de muy baja eficiencia, es decir que no son capaces de dar toda la luz esperada acorde con la energía eléctrica que consumen, se tiende a poner mayor número de luminarias.

El segundo motivo, va en relación con la tendencia a sobredimensionar las instalaciones energéticas, bajo la premisa de "por si acaso". En este orden, el sobredimensionado de instalaciones lumínicas suele ir encaminado a aumentar no sólo el número de puntos de luz necesarios, como acabamos de ver, sino también la frecuencia con la que estos puntos de luz son colocados en el espacio a iluminar, es decir, puntos de luz muchos más cercanos los unos de los otros que iluminan en exceso el espacio.

España es el país europeo con las luminarias de mayor potencia media por habitante en el alumbrado público. Potencia de las luminarias por habitante: España 166 kWh/ha, Italia 90 kWh/ha, Alemania 70 kWh/ha, Irlanda y Holanda 40 kWh/ha. [43]

Respecto al mal diseño de luminarias y lámparas, suele ocurrir que prima el aspecto estético sobre la eficiencia. A continuación veremos con detalle los tipos de luminarias que existen.

### **Tipos de farolas y luminarias.**

El alumbrado público se puede clasificar según varios parámetros.

- Según el tipo de asentamiento de la luminaria: luminaria de poste, luminaria de columna, luminaria de nivel de suelo y luminaria de pared
- Según la posición de la luminaria: vertical u horizontal
- Según el apantallamiento: con o sin apantallamiento.



La presencia o ausencia de apantallamiento es de bastante relevancia en la eficiencia de alumbrado público. Las luminarias públicas cuya luz se proyecta en todas las direcciones como por ejemplo las farolas esféricas, suelen ser diseños bastante económicos, por lo que es fácil encontrarlas ampliamente distribuidas por las urbes. Por el contrario, son lámparas bastante ineficientes, puesto que no dirigen el haz de luz hacia la zona que interesa iluminar, es decir, hacia el hemisferio inferior.

Las farolas de tipo ornamental clásico envían el 30% de su luz directamente hacia el cielo, mientras que las de tipo "globo" desperdician hasta el 50% de su luz. En conjunto, aplicando todas las medidas correctoras posibles, los ayuntamientos podrían ahorrarse hasta un 55% en la factura de la luz si se adaptaran las luminarias de la ciudad. [30]

Además del diseño de las farolas y luminarias, un elemento muy importante para reducir la Contaminación Lumínica lo constituyen las bombillas, pues existen muchos tipos diferentes.

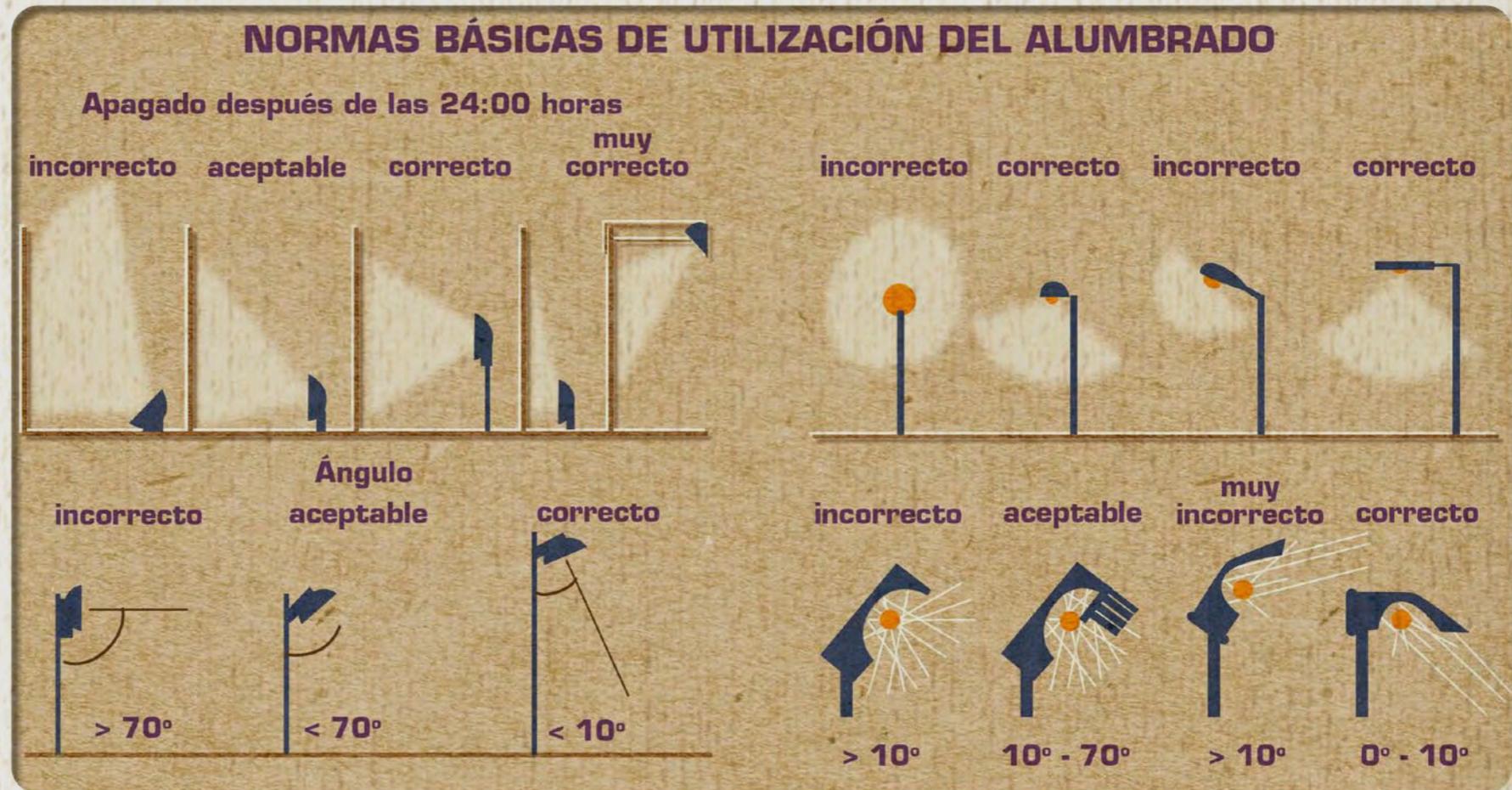


Figura 3.3.2 Buenas y malas prácticas en la iluminación pública. Elaborado a partir de "Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo. Instituto de astrofísica de Canarias.



★ En función del espectro de emisión: el espectro de emisión es el rango de longitudes de onda que abarca cada bombilla. Las lámparas menos contaminantes son las que emiten con mayor longitud de onda y dentro del espectro visible. Está relacionado con el color de la luz que emite. Las luces anaranjadas son las menos perjudiciales, las blancas tienen mayor impacto sobre los seres vivos, y las azules son las que más perjudican tanto a los seres vivos como las observaciones astronómicas. En función del espectro de emisión, las lámparas utilizadas en las luminarias públicas se ordenarían de la siguiente manera de menos a más contaminantes [11]:

- Lámparas de vapor de sodio a baja presión.
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión.
- Lámparas incandescentes convencionales.
- Lámparas incandescentes halógenas.
- Lámparas fluorescentes tubulares y compactas.
- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.
- Lámparas de mercurio a alta presión con halogenuros metálicos.

★ En función de la vida útil: mientras más tiempo duren mejor. En el caso de los LED, esta característica está por comprobar, ya que aún no existen pruebas fiables de su vida útil. [33]

★ En función del consumo energético: mientras más eficientes, es decir, iluminando más con menor gasto de energía, mejor. Las lámparas de vapor de sodio son más eficientes que las de vapor de mercurio. [30]

Otra forma de reducir el consumo energético es aminorando la intensidad de las luminarias cuando sean menos necesarias. El alumbrado público está encendido una media de 4.000 horas al año, si se instalan sistemas de regulación del nivel luminoso se puede ahorrar entre el 20 y el 22% de su consumo energético anual. [7]

### 3.2. Relación entre paradigma energético y Contaminación Lumínica.

El modelo económico desarrollado durante las últimas sesenta décadas es un gran consumidor de recursos energéticos. Desde la década de los 80 hasta principios de siglo, se registraba en España un incremento del consumo de energía del 90,5% [20]. Entre 1975 y 2000 el consumo de energía en España se duplicó, pasando de 61 a 125 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep)<sup>1</sup>, un aumento del 52%, mientras que la población ha pasado de 35.471.888 a 40.202.160 personas [32], lo que supone un incremento tan solo del 12,5% [20]. Esto significa que el consumo de energía per cápita en España ha aumentado de manera considerable en las últimas décadas.

<sup>1</sup> Tonelada equivalente de petróleo (tep): unidad de medida de energía, que equivale a la energía contenida en una tonelada de petróleo, estandarizada en un valor de 41.868.000.000 julios o 11.630 kWh. Cada persona en Andalucía consumió 2,26 tep de energía primaria en el año 2009. [40]



5,4 Twh/año, fue el consumo nacional de energía eléctrica para iluminación pública en el año 2007 [44], equivalente a 464.316,42 tep, energía similar a la consumida por una población andaluza de 205.550 habitantes durante un año, como podrías ser Jerez de la Frontera, que contaba en 2009 con 208.896 residentes. [41]

La energía eléctrica desperdiciada en iluminar el cielo del estado español durante el año 2007, es similar a la consumida en el mismo periodo por la población de la ciudad de Jaén. (Elaboración propia)

Como ya se ha mencionado antes, sobreiluminamos nuestras vidas y la de los seres que conviven con nosotros. Bajo el lema “cuanto más, mejor”, el consumo en electricidad para iluminar las calles de pueblos y ciudades ha sufrido un incremento descontrolado en las últimas décadas. Entre 1936 y 1985 se pasó de un consumo prácticamente despreciable a 2 millones de Mwh, mientras que entre 1985 y 2005 se pasó de 2 a 5 millones de Mwh.

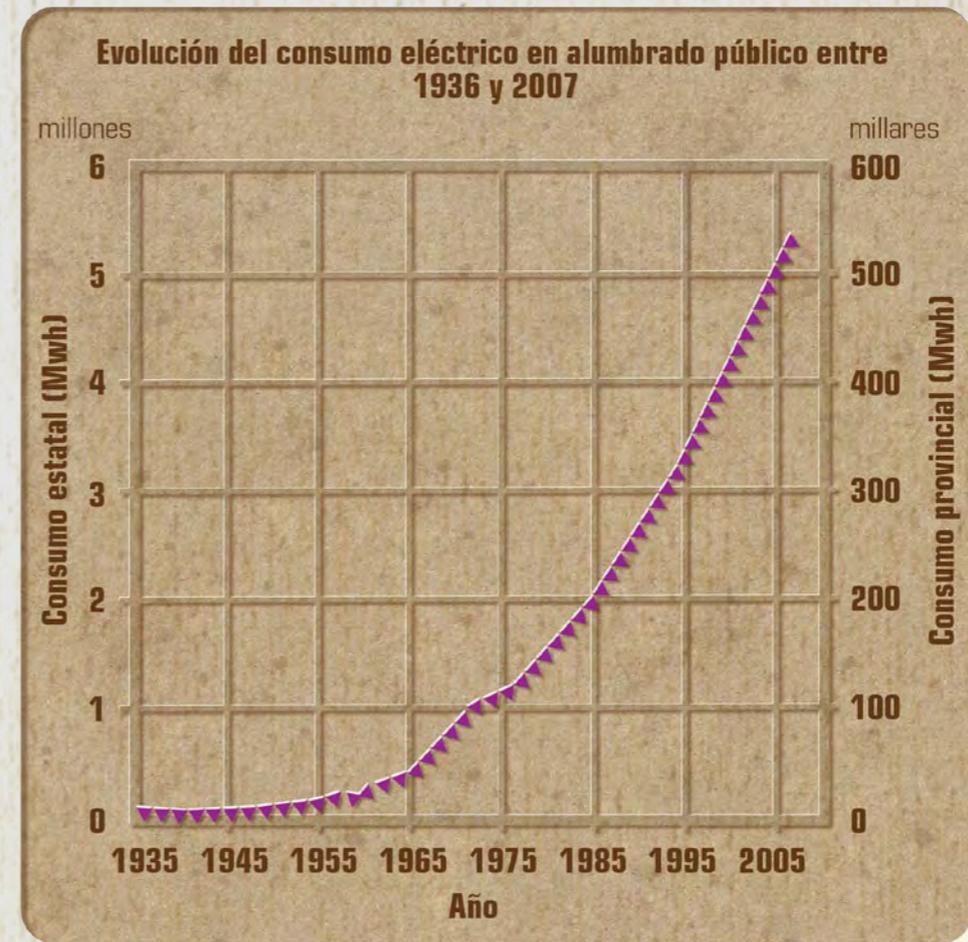


Figura 3.3.3 Gráfica de la evolución del consumo eléctrico en alumbrado público español entre 1936 y 2007. Elaborado a partir de “Estudio fotométrico diferencial y evolución en consumo de energía en alumbrado público entre 1992 y 2007”

Sin embargo, no necesitamos más luz, sino mejor visibilidad, y a partir de un determinado nivel de iluminación, no se observan mejoras significativas que justifiquen el gasto extra de electricidad. La mejor visibilidad nocturna posible pasa por evitar deslumbramientos y zonas de sombra. [20]

Evidentemente necesitamos energía para funcionar. Pero, ¿de dónde procede la energía eléctrica que enciende nuestras noches?, ¿qué implicaciones ambientales lleva asociado su consumo?



Según los datos de 2009 publicados por la Agencia Andaluza de la Energía, la energía total consumida en Andalucía procedía principalmente del petróleo con un 48,8%, seguido del gas 29,7%, el carbón 11,5% y las renovables 9,7%. [31]

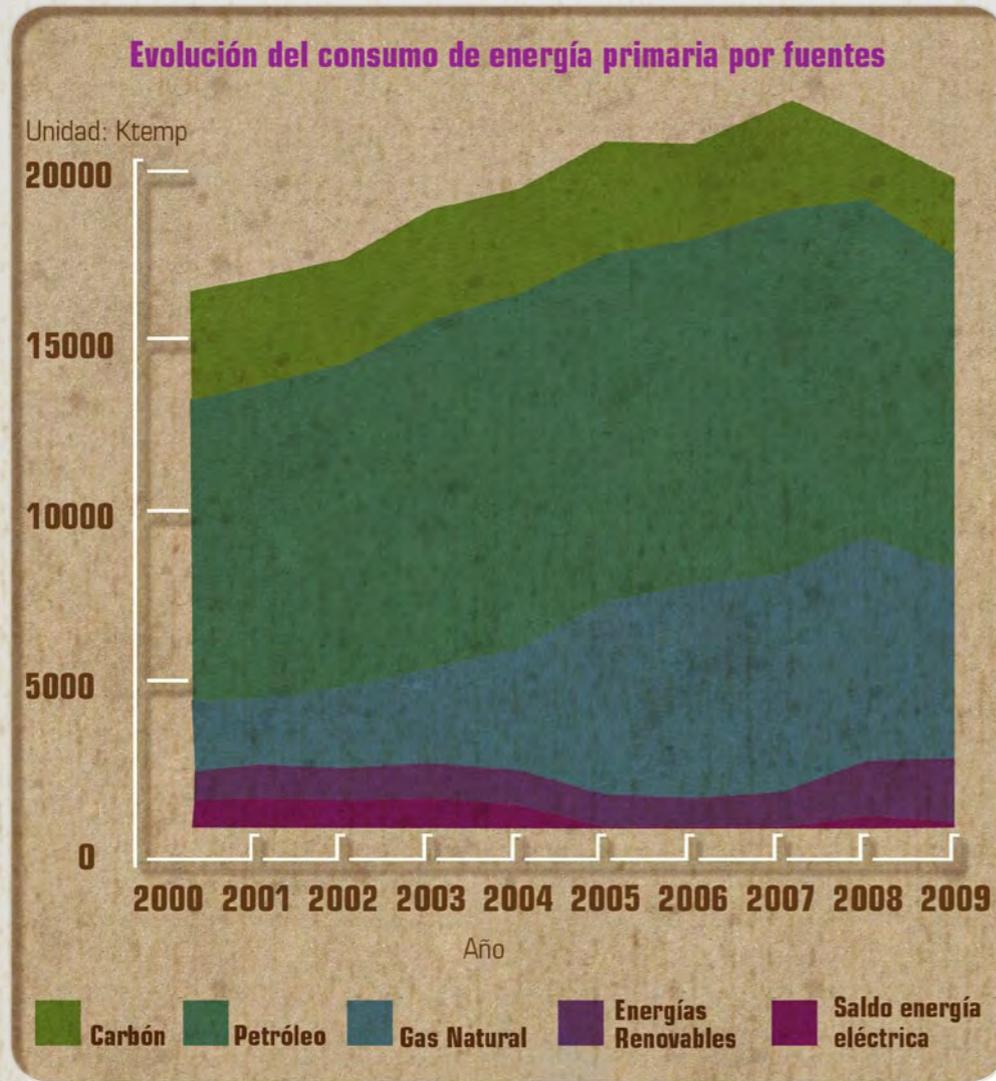


Figura 3.3.4 Gráfica de la evolución del origen de la energía primaria consumida en Andalucía según fuentes. Elaborado a partir de "Datos energéticos de Andalucía 2009. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia"

Todo este consumo de energía lleva implícitas numerosas consecuencias socioambientales que se desarrollan en el Capítulo 4: conflictos por los recursos, vertidos, emisiones, Cambio Climático, pérdida de hábitats, pérdida de biodiversidad... y Contaminación Lumínica. El siguiente recuadro [3], muestra los beneficios económicos y ambientales que produciría en España un cambio en la iluminación pública (no sólo lámparas, sino también un cambio de equipos, asociados a estas instalaciones, y formas de uso), utilizando la tecnología de mayor eficiencia. [18]

Mejoras	Ahorra	Conlleva
Eléctricas y económicas	10.200 GWh/año	- Ahorrar 50% de electricidad que se destina a iluminación artificial. - Ahorrar 900 millones de €.
Ambientales	3,4 millones de toneladas de combustibles fósiles.	- ahorrar 1,7 toneladas de mercurio - dejar de emitir 3,4 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> - dejar de emitir 34.000 toneladas de SO <sub>2</sub>

El 3% de la energía total consumida en España se destina a iluminación pública artificial, por lo que los ahorros citados en la tabla van referidos a ese porcentaje. [18]



## DATOS PARA REALIZAR LA ACTIVIDAD CALCULANDO EMISIONES

Gasto eléctrico español en alumbrado público por habitante en el año 2007  
(Grupo de Estudio de Contaminación Lumínica. Universidad Autónoma de Madrid) --- 118 kWh/año

Conversión a tep --- 0,010146174 tep/año (1 tep equivale a 11.630 kWh)

Multiplicar por nº habitantes municipio para calcular las tep consumida por el conjunto del municipio en alumbrado público.

Ejemplo 50.000 personas --- 507,3087 tep/año

Separar esta cantidad en función de las fuentes de energía primaria utilizadas en Andalucía (datos 2009):  
petróleo 48,8%, gas natural 29,7%, carbón 11,5% y renovables 9,7%<sup>2</sup>

Ejemplo 50.000 personas:

247,56 tep de petróleo.  
150,67 tep de gas natural.  
58,34 tep de carbón.



2 El 9,7% de las renovables no se cuantifica aunque no demos olvidar que en los procesos de fabricación y transporte de los artefactos asociados a la obtención de energía por fuentes renovables se consumen recursos y se emiten residuos y gases como el CO<sub>2</sub>. Dentro de ese 9.7 % tampoco conocemos cuanta viene de energía solar, eólica, etc. y cada uno de estos sistemas tendrá datos diferentes.

Finalmente se transforman las tep. consumidas en emisiones de CO<sub>2</sub> utilizando la siguiente tabla de conversiones:

Fuente de energía primaria	Emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera
1 tep de gas natural	2,1 toneladas de CO <sub>2</sub>
1 tep de carbón	3,8 toneladas de CO <sub>2</sub>
1 tep de gasoil	2,9 toneladas de CO <sub>2</sub>

Tabla 3.3.1 Emisiones de CO<sub>2</sub> en base a la fuente de energía primaria. Elaborado a partir de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

### Ejemplo de 50.000 personas:

Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de petróleo:  
717,924 Toneladas/año.

Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de gas natural:  
316,407 Toneladas/año.

Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de carbón:  
221,692 Toneladas/año.

Total emisiones CO<sub>2</sub> por alumbrado público de un municipio andaluz de 50.000 habitantes: 1.256,023 Toneladas/año.

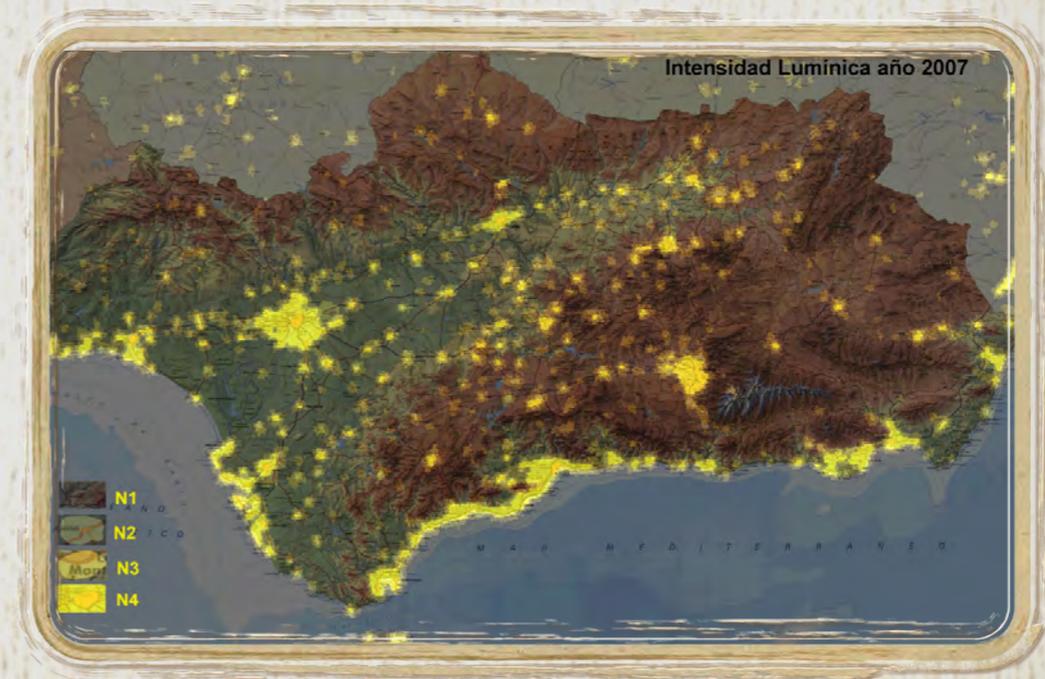
Este mismo proceso se puede realizar a nivel mancomunal, provincial y regional, a partir de los datos de población. Recuerda que aplicando medidas de eficiencia energética y reducción de la Contaminación Lumínica, el ahorro energético estimado es de un 55% (30), con las implicaciones que conlleva en reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>.



### 3.3. ¿Cómo nos ven desde la Luna? Desequilibrio energético mundial.

¿Alguna vez te has planteado cómo se ve Andalucía por la noche desde el cielo? Sin duda debe ser una imagen bonita, pero ¿crees que en la última década ha cambiado mucho esa fotografía? Estos mapas de Andalucía se corresponden con la intensidad lumínica de los años 1992 y 2007 de la región. Las zonas más iluminadas son las urbanas, pues en ellas se concentra la mayor densidad de población. El perfil de la costa está iluminado prácticamente sin interrupciones, destacando claramente por la ausencia de luz las zonas despobladas de Doñana en Huelva, y Cabo de Gata en Almería. En el interior se puede diferenciar claramente el Valle del Guadalquivir, mucho más iluminado que las zonas más montañosas. Asimismo destacan con gran intensidad las aglomeraciones urbanas de Sevilla, Granada y Córdoba.

Figura 3.3.5 Mapas de intensidad lumínica en Andalucía los años 1992 y 2007. Fuente [www.juntadeandalucia.es/medioambiente](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente)



¿Sucede esto a nivel global? La densidad de población es un parámetro íntimamente relacionado con la iluminación. Las urbes más importantes, cuentan cada vez con mayor número de habitantes. Habitantes que consumen energía:

- En 1800, 2% de la población mundial era urbana.
- En 1950, 30% de la población mundial, era urbana.
- En 2000, 47% de la población mundial, era urbana.
- Hacia el año 2008, más de la mitad de la población mundial vivía en áreas urbanas.
- Hacia 2030, se prevé que el 60% de la población mundial viva en áreas urbanas.





Figura 3.3.6 Visión de la Tierra de noche desde el espacio. Fuente Craig Mayhew and Robert Simmon, NASA GSFC based on DMSP data.

Más personas en mayores aglomeraciones, conlleva la necesidad de iluminar mayores áreas. Como mostraban los porcentajes de población humana mundial de arriba, son porcentajes de seres humanos consumiendo electricidad, emitiendo luz artificial.

¿Y qué ocurre con las zonas menos iluminadas? ¿No tienen Contaminación Lumínica? A pesar de que la lógica a menudo nos lleva a pensar que cabría esperar que pueblos con baja densidad poblacional no sufrieran este fenómeno, como suele ocurrir, la realidad supera la ficción. Aquí vuelve a entrar en juego un concepto que aparecía al principio de este bloque temático: la radiación horizontal. Las emisiones de luz en el plano horizontal por parte de las luminarias, alcanzan mayores distancias que las emisiones luminosas hacia el hemisferio superior. Esto quiere decir que de toda la luz

que produce una farola, la que produce en horizontal se ve desde más lejos. Es precisamente este fenómeno asociado a la capacidad de propagación de la onda de luz, el que provoca una contaminación generalizada. Existan o no sistemas de iluminación en una zona, su cielo estará contaminado por zonas más o menos alejadas. Y las ciudades se multiplican.

Lejos de sonar tremendistas, la fotografía nocturna de la Tierra deja mucho que desear por dos razones. Primero en cuanto a la eficiencia energética, pues toda la luz que aparece en esta imagen es energía derrochada en iluminar inútilmente el cielo. Y segundo por la injusticia que supone el desigual reparto de los recursos, ¿Qué continentes brillan más y cuáles menos? ¿Dónde viven más personas?



Mientras Andalucía brilla año tras año con mayor intensidad, junto con el resto de Europa, América del Norte, Oriente Medio y Japón, las zonas de Asia, Centroamérica y América del Sur brillan con mucha menos intensidad y África se encuentra en la oscuridad casi total, pese a estar habitada por cientos de millones de personas. Destacan las zonas despobladas de Australia, la selva amazónica, la cordillera del Himalaya al norte de la India y todas las tierras alrededor de los círculos polares.

El acceso a la energía y a las materias primas para producirla, no es el mismo para toda la población humana. Paradójicamente, numerosos países, pese a ser productores de materias primas para la generación de energía, carecen de acceso a ella debido a que sus recursos son explotados por los países enriquecidos, que además no tenemos reparo en utilizar esta riqueza de valor incalculable para dilapidarla en forma de Contaminación Lumínica.

El desequilibrio aumenta, y las cifras amparan la necesidad de buscar soluciones eficaces y urgentes para reducir el despilfarro energético, así como para repartir los recursos de una manera más equitativa entre las personas de todo el planeta. Estamos en crisis pero, ¿es sólo una crisis energética y económica?

Cualquier persona en Andalucía consume 100 veces más energía que cualquier habitante de los países empobrecidos. (12)

Ya se ha visto que la Contaminación Lumínica se divide en diferentes elementos. Cada uno de ellos puede ser medido de alguna forma, por lo que la Contaminación Lumínica en sus diferentes facetas es medible. Los indicadores directos o relacionados con la Contaminación Lumínica que se pueden cuantificar con las actividades planteadas en la presente Unidad Didáctica son:

- **Oscurecimiento del cielo nocturno:** Actividad “Proyecto IACO”.
- **Intrusión lumínica:** Actividad “Intrusímetro”.
- **Deslumbramiento:** Actividad “Luces y estrellas desde mi calle”.
- **Sobreiluminación:** Actividad “Cómo nos ven desde las estrellas”.
- **Dispositivos ineficientes:** Actividad “Caja de Lux”.
- **Emisiones de CO<sub>2</sub>:** Actividad “Calculando emisiones”.



## CAPITULO 4 CONSECUENCIAS.

*“Los ciclos cósmicos y su vinculación con la agricultura y la tradición han generado a lo largo de los tiempos un patrimonio cultural y folclórico que está desapareciendo a pasos agigantados.”*

*Pere Horts*

En el alba me acompañas,  
por la noche me desvelo,  
porque pienso que te miran  
las estrellas de los cielos,  
y yo siento que me dejas,  
y de la luna siento celos.

**Bulerias.**

*Camarón*

*Antonio Humanes*



Como ya se indicó en el Capítulo 1, las “consecuencias derivadas de la Contaminación Lumínica” se han diferenciado en Consecuencias Directas y Problemas Asociados para facilitar su comprensión y el trabajo con el alumnado, pero ello no significa que las primeras tengan más importancia que las segundas. Todas son importantes, la diferencia es que las Consecuencias Directas son más inmediatas y más fáciles de percibir, mientras que los Problemas Asociados necesitan de una mayor reflexión y análisis para evidenciarlos. En el apartado 4.3. “Relación con otros fenómenos asociados a la crisis socioambiental”, encontrarás información para seguir profundizando en las implicaciones de la actual crisis socioambiental que vive nuestra sociedad y el planeta en general, ya que la Contaminación Lumínica es una más de las numerosas evidencias que tenemos en nuestro entorno cotidiano que nos indican que tenemos mucho que cambiar.

Los efectos de la Contaminación Lumínica dependen de las características de las luminarias, la intensidad de la fuente y la dirección de emisión [3]. Por ello a la hora de analizar sus diferentes impactos socioambientales hay que tener en cuenta tanto el tipo de luminaria, la potencia utilizada y su orientación.



## 4.1. Consecuencias Directas.

La Contaminación Lumínica, en ausencia de obstáculos, se propaga libremente a distancias superiores a los 200 km, siendo su único límite en zonas llanas la propia curvatura de la Tierra. [3]

La iluminación sin control es la antítesis de la buena iluminación.

### - Resplandor luminoso nocturno.

Es el gran paraguas luminoso que encierra a pueblos y ciudades privándolas de la contemplación de las estrellas, ya que es el responsable del fenómeno del Oscurecimiento del Cielo Nocturno. Las estrellas se hacen visibles como resultado del contraste entre su propia luz y la ausencia de luz del cielo circundante [3]. Al iluminar el cielo con nuestras luces artificiales, lo que se produce es una disminución del contraste, haciéndose la estrellas cada vez menos visibles a medida que aumenta la iluminación de calles y plazas.

Este resplandor no solo se queda sobre las propias ciudades, sino que se extiende a lo largo del territorio. En modelos de urbanización difusa, como el que se ha extendido en las últimas décadas por toda la región andaluza, este efecto se hace más acusado [3], pues se suman las emisiones horizontales alcanzando mayores distancias con mayor intensidad.

### - Luz intrusa o intrusión lumínica.

Se denomina como luz intrusa la iluminación de zonas que no se deben iluminar con el alumbrado público [3]. El ejemplo más claro es la iluminación del interior de las viviendas privadas, cuando la luz de las luminarias se introduce en salones o dormitorios provocando molestias como la ausencia de reposo y problemas de salud a largo plazo a las personas que la sufren. Otros ejemplos de luz intrusa son la iluminación de playas y costas por las luces de los paseos marítimos, o la iluminación directa de zonas no urbanizadas y/o no transitables.

### - Deslumbramientos.

El ojo humano se adapta para poder ver en función de la cantidad de luz existente, necesitando un cierto tiempo para ello. Tomando como ejemplo la observación del cielo nocturno, lo ideal es permanecer 15 minutos en oscuridad antes de comenzar la observación para darle tiempo a nuestros ojos para adaptarse a la luz ambiente. En caso de pasar bruscamente de unas condiciones de poca luz a otra de mucha luz, nuestros ojos tardan también un rato en adaptarse, provocándose el deslumbramiento, y quedamos cegados durante el tiempo de adaptación. Es el proceso conocido como Adaptación Visual. [7]

En zonas comerciales o de ocio muchas veces se provocan deslumbramientos intencionadamente, para llamar la atención sobre un área concreta o para provocar estados de ánimos determinados, como desorientación o euforia. [11]



Está demostrado que la iluminación de pueblos, ciudades y vías de comunicación reduce el riesgo de sufrir accidentes de automóvil durante la noche. Sin embargo los deslumbramientos por exceso o por mala iluminación suponen un serio problema para la seguridad vial. Una persona al volante durante la noche puede ser deslumbrada por los faros de otros vehículos, por una farola o un foco mal dirigido, por exceso de potencia o por un incorrecto apantallamiento de las luminarias [18], aumentando la probabilidad de sufrir un accidente.

## 4.2. Problemas Asociados.

Las diferentes problemáticas socioambientales no se pueden considerar de una manera aislada. Lo ecológico no se entiende sin lo social y viceversa, y más en el momento de la historia del planeta en que nos encontramos en el que prácticamente no existen ecosistemas vírgenes que no hayan sido modificados en mayor o menor medida por la acción humana. En este caso los separamos para facilitar su análisis pero hacemos especial hincapié en la necesidad de integrarlos después.



### 4.2.1. Consecuencias en los ecosistemas.

Casi todos los seres vivos del planeta se rigen por dos ciclos principales: el paso de las estaciones, y la alternancia entre el día y la noche. El ciclo de luz y oscuridad diarios son planetarios. Las plantas están adaptadas de tal manera que realizan procesos fisiológicos diferentes, la fotosíntesis de día y la respiración de noche, y la gran mayoría de los animales son de hábitos crepusculares o nocturnos [10]. Por lo tanto, la alteración de la oscuridad mediante la luz artificial, a distancias de hasta centenares de kilómetros desde su origen, tiene implicaciones ambientales muy serias.



¿Existen seres vivos que escapen a la tiranía de los rígidos ciclos de la noche y el día? Sí, donde la oscuridad es perpetua. Investiga con tu clase sobre los animales troglobios y los ecosistemas abisales.



### - Desaparición de los hábitats nocturnos.

La luz procedente de las luminarias se extiende en horizontal como una mancha sobre el suelo, en todas las direcciones, a lo largo de kilómetros y kilómetros de distancia, hasta que encuentra algún obstáculo físico, como una montaña, que pueda pararla.

El halo luminoso de Madrid se eleva 20 km sobre la ciudad, y el de Barcelona es visible desde una distancia de 300 km, lo que hace posible navegar desde Mallorca hasta Barcelona utilizando únicamente su resplandor luminoso nocturno como orientación. [12]

La luz, o su ausencia, es uno de los elementos más importantes entre los que conforman los diferentes ecosistemas. Son innumerables las especies adaptadas a sus condiciones de penumbra. Hay especies tan adaptadas a la oscuridad que no utilizan la vista para sus desplazamientos nocturnos. En experimentos realizados con ratones, se les controlaban sus desplazamientos nocturnos cerca de la madriguera, y al quitarles los obstáculos de su camino habitual seguían sorteándolos aunque estos ya no estuvieran, quedando demostrado que no utilizaban la visión para desplazarse. [10]

### - Efecto barrera vs efecto agujero negro.

Existen especies lucífugas, que huyen de la luz, y que por lo tanto son incapaces de atravesar una zona iluminada, como puede ser una autovía. De esta manera se crea un efecto barrera que incomunica y fragmenta los hábitats.

Por otra parte están las especies lucípetas, que se sienten atraídas de manera irresistible, cayendo bajo la luz de los focos como si fueran atraídas por un imán, concentrándose bajo las luces donde son presa fácil para las especies que predan sobre ellas.



En la catedral de Sevilla nidifica una colonia de cernícalo primilla (*Falco naumanni*) fácilmente observable durante las noches de primavera y verano cazando insectos a la luz de los focos que iluminan este monumento, hasta las 12 en punto de la noche, cuando los apagan y se acaba su festín. [17]

Las lámparas de mercurio de color azul son especialmente dañinas para los insectos nocturnos. Esto es debido a que emiten mucha luz dentro del espectro azul, al que son sensibles muchas especies nocturnas, actuando como barreras o como trampas de luz con gran intensidad. [10]

#### - Desorientación.

Los pollos de diferentes especies de aves marinas de hábitos nocturnos como la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) o el paiño europeo (*Hydrobates pelagicus*) son víctimas de la Contaminación Lumínica. Tan solo tocan Tierra para reproducirse en cuevas y oquedades de los acantilados, donde incuban los huevos y ceban a los pollos hasta el momento de realizar su primer vuelo, nocturno por supuesto. Entonces los pollos salen de la oscuridad de la cueva y se dirigen hacia el mar, al cual distinguen de la tierra firme por el reflejo en su superficie de la luz de las estrellas o la Luna. Si existe algún foco cercano de iluminación artificial corren el riesgo de desorientarse y volar en la dirección equivocada, sufriendo colisiones y atropellos, que o bien los matan directamente, o los dejan en el suelo a merced de cualquier depredador o condenados a morir de hambre y sed. [14]

Las tortugas marinas depositan sus huevos en nidos excavados en la arena de la playa, donde se incuban hasta el momento de la eclosión. Ésta tiene lugar de noche para reducir la amenaza de la depredación, y las crías recién nacidas salen a la superficie buscando el mar abierto por su mayor luminosidad respecto a la tierra firme. En caso de existir algún foco de Contaminación Lumínica pueden dirigirse tierra adentro donde mueren. [13]

#### - Colisiones.

Los edificios iluminados y las torres de comunicación, atraen con sus luces a muchas aves que migran durante la noche. Se estiman entre 98 y 100 millones los pájaros muertos cada año al colisionar durante la noche en América del Norte. [13]

#### - Alteración del equilibrio presas-depredadores.

Las especies de hábitos nocturnos, tanto presas como depredadoras, están adaptadas para no ser localizadas en la oscuridad. La iluminación artificial provoca en algunos casos que las especies presa se hagan más evidentes, resultando más fácil cazarlas. También se lo pone más difícil a algunas especies depredadoras, que pierden el efecto sorpresa al hacerse visibles, por lo que tienen menos éxito en sus intentos de alimentarse. Como resultado, algunas especies tienden a desaparecer y otras a aumentar sus poblaciones, ya se trate de presas o depredadores, con los consiguientes desequilibrios ecológicos que esto implica. [14]



### - Alteración de biorritmos silvestres.

El cambio día-noche regula el funcionamiento de las glándulas hormonales de numerosas especies animales, entre ellas las personas. Al desaparecer o atenuarse el cambio entre luz y oscuridad se producen importantes trastornos en el funcionamiento de estos órganos, afectando a los ritmos circadianos, los periodos de sueño y vigilia, así como los ciclos reproductores. [3]

En las iluminadas noches de los núcleos urbanos es posible escuchar el canto de los mirlos (*Turdus merula*) en cualquier momento, pese a ser una especie que de forma natural solo permanece activa durante el día. [16]

¿Puede la Contaminación Lumínica afectar a los ecosistemas marinos?

El plancton marino sigue unos ciclos de subida y bajada a lo largo de la columna de agua en función de la luz del día y la oscuridad de la noche. Al atenuarse o desaparecer la oscuridad nocturna por la Contaminación Lumínica, estos ciclos se alteran, produciéndose alteraciones en todo el ecosistema [3], ya que el plancton forma parte de la base de la cadena trófica. Las repercusiones pueden llegar hasta los caladeros pesqueros, pues es precisamente en las zonas cercanas a la costa donde se encuentran los más importantes.

### - Cambios poblacionales.

Los insectos constituyen la principal fuente de proteínas para numerosas especies, situándose en los escalones inferiores de la cadena trófica a nivel planetario. Tomando como ejemplo al zorro (*Vulpes vulpes*), los insectos suponen el 15% de su dieta en determinados momentos del año, porcentaje que se repite en especies como ginetas (*Genetta genetta*), lechuzas (*Tyto alba*) e incluso el oso (*Ursus arctos*). [10]

Si por cualquier motivo, aumentan o descienden las poblaciones de especies de insectos de una zona, el resto de especies que se alimentan de ellos también se ven afectados, alterándose el equilibrio ecológico con consecuencias imprevisibles.

Un mayor número de especies de insectos se traduce en un mayor equilibrio poblacional, y por lo tanto menos probabilidades de "plagas", ya que se equilibran unas entre otras de manera natural.



### - Efectos sobre la flora.

Las plantas son víctimas de la Contaminación Lumínica de diferentes maneras. A nivel fisiológico se ven afectadas si son iluminadas directamente por luces artificiales en su crecimiento y normal desarrollo, especialmente por la alteración de ciclos de floración, con mayor intensidad mientras más cerca se encuentren y dependiendo del tipo de lámpara que sea.

De manera indirecta, son sus víctimas por la desaparición de los insectos polinizadores que caen víctimas del hechizo de las farolas o por las infranqueables murallas de luz que constituyen pueblos, ciudades e infraestructuras de comunicación. [13]

### 4.2.2. Consecuencias en las personas.

Entre las principales alteraciones sociales atribuibles a la Contaminación Lumínica se encuentran los trastornos del sueño, que desembocan en un aumento del estrés, la agresividad y diversas afecciones fisiológicas, entre las que se encuentra el aumento de la probabilidad de sufrir cáncer [3].

Más del 68% de la población mundial, y el 98% en USA y Europa, viven en zonas donde la iluminación del cielo nocturno sobrepasa los límites establecidos por la Unión Astronómica Internacional como Contaminación Lumínica: la luminosidad artificial del cielo supera en un 10% la natural, por encima de 45° de elevación. [13]

### - Alteraciones psicobiológicas en las personas.

Los ritmos circadianos, controlados por la alternancia de luz y oscuridad cada 24 horas, afectan a procesos como los patrones de las ondas cerebrales, la producción de hormonas y la regulación celular entre otros. Su alteración está relacionada con trastornos médicos como pueden ser depresión, insomnio, problemas cardiovasculares y cáncer [13]. Entre los efectos fisiológicos comprobados se encuentra la alteración del funcionamiento de la glándula pineal, que segrega la hormona melatonina durante la noche, pudiendo inhibirse este proceso si existe suficiente luz artificial, causando cuando menos letargo, apatía, desorientación y somnolencia diurna. Está comprobado que las personas que trabajan en turno de noche son menos eficaces y cometen más errores debido al desajuste de sus relojes biológicos, y son más proclives a padecer cáncer de mama. [3]

Quizás tú también padezcas el Síndrome de la Fase del Sueño Retrasada. Consiste en dormirse de manera habitual muy tarde por la noche, y tener dificultades para levantarse por la mañana a tiempo para cumplir con los compromisos laborales o sociales.



## - Cambios culturales.

Como se ha visto en el Capítulo 2, la contemplación de las estrellas ha acompañado a la especie humana desde su aparición en la Tierra. La explicación de su existencia y sus ciclos ha constituido uno de los retos fundamentales de todas las culturas, en base al cual se han generado mitos y creencias de toda índole, muchos de los cuales siguen presentes en la actualidad.

Seguramente has oído hablar del camino de Santiago. Aunque es falsa, existe la idea popular de que la Vía Láctea marca el camino a seguir para llegar a la tumba del apóstol de Santiago, tal y como se recoge en el Códice Calixtino del S. XII, donde se cuenta cómo dicho apóstol se apareció ante Carlomagno para explicarle la manera de llegar hasta Santiago siguiendo la Vía Láctea. (19)

Actualmente la Contaminación Lumínica nos está privando de éste y de otros referentes culturales. En el año 1994 un gran apagón dejó a oscuras la ciudad de Los Ángeles (California, USA) y cientos de personas llamaron alarmadas al teléfono de emergencias por la aparición en el cielo de una "gigantesca nube plateada". Era la primera vez en su vida que podían ver la Vía Láctea. (13)

## - Despilfarro de recursos.

Para generar electricidad, es necesario consumir recursos energéticos, que proceden mayoritariamente de materias primas no renovables como son el carbón, el gas y el petróleo. Toda la energía eléctrica desperdiciada en forma de Contaminación Lumínica, se traduce en un derroche injustificado de recursos naturales.

Entre los años 1975 y 2000 se duplicó el consumo de energía primaria en el estado español, pasando de 61 a 125 millones de tep, a partir de carbón, petróleo, gas natural, energía nuclear y renovables. (19)



En el año 2000 el alumbrado público español consumió 250 ktep, de las cuales se estima que se pueden ahorrar 154 ktep anuales, mediante la sustitución de las luminarias por sistemas eficientes así como la racionalización de sus usos, evitando la Contaminación Lumínica. (19)



## - Pérdida de hábitats para la obtención de recursos energéticos.

Como ya se indicaba en el Capítulo 3, las principales materias primas a partir de las que se genera electricidad en Andalucía son el petróleo, el gas natural y el carbón. Las tres implican para su obtención, transporte y procesamiento importantes transformaciones del territorio que implican la desaparición de hábitats naturales, muchas veces de gran valor. Es el caso por ejemplo del delta del río Níger en Nigeria, de la tundra siberiana en Rusia, o de las estepas de Mongolia en China.

Además de las transformaciones del territorio producidas por los procesos normales, se deben tener en consideración las producidas por los accidentes que suceden en cualquiera de las fases del proceso, desde el momento de la extracción, hasta el transporte o la transformación. Basta recordar el año 2010, cuando la explosión de una plataforma oceánica que operaba en el golfo de México dejó durante varios meses una fuga de petróleo sin control en el fondo marino. ¿Qué consecuencias para los hábitats puede estar teniendo esa mancha que se desplaza por los fondos del Atlántico?



## - Emisiones de CO<sub>2</sub>: Cambio Climático.

La relación entre consumo de energía y emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera depende de la materia prima a partir de la que se produzca dicha energía.

Fuente de energía primaria	Emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera
1 tep de gas natural	2,1 toneladas de CO <sub>2</sub>
1 tep de carbón	3,8 toneladas de CO <sub>2</sub>
1 tep de gasoil	2,9 toneladas de CO <sub>2</sub>

Tabla 1: Emisiones de CO<sub>2</sub> en base a la fuente de energía primaria [wikipedia]

Las fuentes primarias de energía más usadas para obtener electricidad en España en el año 2000 eran el carbón y el petróleo con un 17% y 50% respectivamente del consumo nacional total (20). El resto de fuentes de energía primaria utilizadas fueron gas natural, nuclear, hidráulica y otras renovables como eólica o biomasa.

El alumbrado público en España consume 2.900 Gwh/año, lo cual constituye el 1,8% del consumo eléctrico nacional anual, lo cual se traduce en la emisión de 1.740.000 de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. El potencial de ahorro estimado del alumbrado público es del 10%, que se traduciría en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 174.000 Ton CO<sub>2</sub>/año [7], similar a la cantidad de CO<sub>2</sub> que produciría un coche recorriendo la distancia entre Algeciras y Berlín 290.000 veces... o entre Huelva y Almería 1.740.000 veces.

Un coche emite de media 1 tonelada de CO<sub>2</sub> cada 5.000 kilómetros recorridos [43]. El ahorro potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> del alumbrado público español equivaldría a las emisiones de un coche que recorriese 870 millones de kilómetros.

Como resultado de nuestra forma de vida, cada persona en España durante el año 2008 emitió 8 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera [42]. La media mundial es de 5,5 toneladas anuales, y habría que rebajarla hasta 2,5 toneladas anuales para evitar el deterioro del clima [43]. Como el camino por recorrer es muy largo, cualquier iniciativa para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero no solo es necesaria, también es urgente. Reducir el consumo energético del alumbrado público, sin por ello dejar de iluminar, es una medida posible y deseable en la totalidad de los municipios de Andalucía.

El Cambio Climático es un problema global, que se genera principalmente en los países enriquecidos como el nuestro, y se sufre en todo el planeta previniéndose las consecuencias más severas en los países empobrecidos. Nuestro derroche de luz cotidiano se traduce en aumento de las temperaturas globales, desertización, inundaciones, pérdida de biodiversidad, desplazamientos humanos producidos por las alteraciones en el clima... etc.

En el año 2000, las emisiones de CO<sub>2</sub> de todo el continente africano fueron inferiores a las de Alemania. [42]

#### - Costes económicos.

Este puede ser un argumento interesante para esgrimir frente a personas que permanezcan insensibles a todos los demás argumentos, cuando se quieran promover medidas concretas de control de la Contaminación Lumínica. El alumbrado público puede suponer hasta el 50% de la factura de la luz de muchos ayuntamientos [7]. Si sabemos que técnicamente el ahorro potencial en iluminación pública de la mayor parte de los Ayuntamientos gira en torno al 55% [30], se puede conseguir una reducción de la factura de la luz municipal de un 25%. ¿A qué representante municipal le puede dejar frío este dato?



### 4.3. Otros indicadores de la crisis socioambiental.

Actualmente, es un hecho incuestionable la creciente preocupación social por los problemas ocasionados al Medio Ambiente derivados del desarrollo económico. En este sentido, las actividades de aprovechamiento energético de recursos primarios, su transformación y el posterior consumo final de sus derivados, se convierten en el primer factor de impacto ambiental mundial

(Plan Energético Andaluz 2003/2006)

Numerosas voces nos alertan de la crisis socioambiental existente a nivel planetario. Conocer mejor su origen, sus características y los síntomas que delatan esta situación, permitirá que seamos más capaces de involucrarnos en la búsqueda de soluciones. A continuación te ofrecemos un resumen de otros indicadores de la degradación y desequilibrios que se están dando a nivel planetario, algunas causas y algunas consecuencias que ya se están dejando notar en Andalucía. Es importante no perder la perspectiva local-global, ya que no podemos considerar nuestras localidades como territorios aislados, sino que debemos tener en cuenta que forman parte del todo planetario, y que lo que pase en nuestras calles, barrios, pueblos y ciudades, es causa y a la vez afecta, a lo que pasa en el resto del planeta.

Tampoco debemos olvidar que todos estos fenómenos están a su vez relacionados entre sí, influyendo unos en otros, o agudizando sus efectos. Al igual que la Contaminación Lumínica, estos indicadores están directamente relacionados con el modelo económico basado en el crecimiento ilimitado, sin tener en cuenta los límites que impone el sistema Tierra. De este sistema socioeconómico despilfarrador, deriva el paradigma energético dominante que como se ha visto en numerosas ocasiones a lo largo de este texto auspicia el modelo de iluminación tanto pública como privada de nuestras ciudades y pueblos, y que está directamente relacionado con el resto de los indicadores que a continuación se detallan.

¿Los recursos que consumimos son finitos o infinitos? ¿Tiene esto algo que ver con la velocidad a la que son consumidos? ¿Puede ser que más allá de ver sólo el despilfarro energético estemos desperdiciando materias primas? ¿Qué tiene que ver todo esto con la Contaminación Lumínica?



## - Agotamiento y pérdida de calidad de los recursos naturales.

Hasta hace relativamente poco tiempo, la Naturaleza se ha considerado un bien inagotable, pero hoy en día ya tenemos suficientes fundamentos como para comprender que esto no es así. Por un lado existen recursos no renovables, aquellos que se agotan al ser limitados y no podrán reponerse, al menos en escalas de tiempo humanas, como es el caso de algunos minerales o el petróleo. Y por otro los recursos renovables, como la pesca, los suelos fértiles o el agua limpia, que son deteriorados o consumidos a tal velocidad que no da tiempo a que se renueven, o se llevan a límites de no retorno. Esta situación está provocando conflictos a nivel internacional por monopolizar su uso y comercialización. Un ejemplo de esto lo tenemos en el petróleo, donde países poderosos inician guerras injustificadas para tener controlados a los países de los que se extrae el oro negro.

La principal causa de esta situación ha sido precisamente, la consideración de la Naturaleza como una fuente inagotable de recursos, cuya capacidad de regeneración no tiene límites, y evidentemente ya tenemos los conocimientos necesarios como para observar que no es cierto. Esto ha desembocado en una situación en la que prima el desarrollo económico, el crecimiento de la economía como axioma incuestionable, a expensas de producir y consumir sin tener en cuenta las verdaderas limitaciones que tiene el mundo natural. Hoy en día aún prevalece mayoritariamente en la sociedad esta percepción, por lo que es urgente y necesario incorporar en nuestras decisiones la siguiente idea:

“La Naturaleza tiene límites” y no puede satisfacer las “necesidades superfluas o creadas” de toda la población. De hecho, solo se satisface este tipo de “lujos” en el 20% de la población mundial. En el 80% de la población restante, la mayoría de las ocasiones, no puede satisfacer ni sus necesidades más básicas.

Evidentemente la reducción del consumo energético no es el único criterio a tener en cuenta en la planificación de los alumbrados públicos. Existen casos de elementos lumínicos que aunque son más eficientes energéticamente, es decir consumen menos energía, la luz que emiten es más contaminante luminicamente, como por ejemplo los LED.

¿De dónde proceden en última instancia todos los recursos necesarios para producir todo lo que te rodea en este momento?



## - Alteración del sistema climático.

El clima a nivel global está sufriendo una serie de alteraciones; aunque es una situación realmente compleja intentaremos hacer una aproximación analizándola por partes:

La atmósfera está compuesta por una mezcla de gases. El  $\text{CO}_2$ , junto a otros gases como el metano, o el óxido nítrico, son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI). El efecto invernadero es el proceso por el que la atmósfera participa en el calentamiento de la superficie terrestre. El suelo de la Tierra, tras haber sido calentado por las radiaciones solares emite energía en forma de calor que en parte es retenido en la atmósfera por estos GEI.

Sin este fenómeno no existiría la vida en la Tierra, al menos tal y como la conocemos. Entonces.... ¿dónde está el problema?.

Un aumento en la concentración, de estos GEI, está provocando un calentamiento global en la atmósfera, alteraciones en su funcionamiento, y en definitiva en el clima, es decir, las temperaturas medias de los diferentes lugares del planeta o el régimen de lluvias se están modificando. Estas son las líneas básicas necesarias para comprender el Cambio Climático.



La principal causa de aumento en la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera es la quema de combustibles fósiles. Cada vez que se produce la combustión de carbón, gas natural, petróleo o cualquiera de sus derivados, se está liberando  $\text{CO}_2$  a la atmósfera. Es decir, en la actualidad con casi todas las actividades humanas emitimos continuamente este gas a la atmósfera: con la producción de energía eléctrica, (que usamos para iluminarnos, calentarnos, etc.), con los desplazamientos en vehículos a motor tanto de las personas como de los productos que consumimos, con los procesos de fabricación de estos elementos de consumo, etc. En los últimos dos siglos, coincidiendo con la revolución industrial, la concentración atmosférica de  $\text{CO}_2$  ha aumentado en un 25 %. Los países industrializados generamos las 2/3 partes de las emisiones de  $\text{CO}_2$ , mientras que las repercusiones son globales afectando a todo el planeta y a todas las personas que habitamos en él.

Teniendo en cuenta que el aumento en la concentración de  $\text{CO}_2$  está producido principalmente por la combustión de combustibles fósiles para la obtención de energía ¿En cuantos eventos que necesiten de esta energía te ves involucrada o involucrado a lo largo del día? ¿Y de la noche? Piensa en lo que comes, cómo te desplazas, cómo se produce la ropa o muebles que usas, cómo se iluminan las calles, tipo de actividades lúdicas, etc.



## - Contaminación de los recursos.

La contaminación consiste en la alteración de la pureza o las condiciones normales de los recursos, tales como el aire, el suelo, el agua, por medio de agentes químicos o físicos.

La contaminación atmosférica es un problema que afecta a todas las naciones del mundo y la salud del planeta, influyendo en la salud humana, en la vegetación, y en diversos materiales: hasta los edificios se están viendo seriamente dañados por este fenómeno. La Contaminación Lumínica se retro-alimenta con la contaminación atmosférica, al rebotar con las partículas y llegar a mayores distancias.

Con el agua está sucediendo lo mismo, los ríos, mares y aguas subterráneas se contaminan. Los suelos y hasta los seres vivos que interactúan o se alimentan de estos recursos están contaminados.

Agua, aire y suelo están relacionados, una alteración en uno de ellos afecta al resto.



Evidentemente la causa principal de la contaminación es la acción humana. Los procesos industriales emiten gran cantidad de sustancias nocivas a la atmósfera, los suelos, los ríos o al mar.

En cuanto al transporte, es importante destacar los vertidos al mar ocasionados por la limpieza de los grandes buques petroleros, cuya incidencia en el Mediterráneo es significativa, especialmente en la zona del Estrecho, una de las de mayor densidad de tráfico marítimo del mundo, sin olvidar los propios accidentes que desencadenan desastres ecológicos.

La agricultura intensiva, con el uso masivo de productos fitosanitarios y fertilizantes está provocando la contaminación de los suelos y los acuíferos.

¿Qué crees que sucederá si cada día los recursos que van quedando, se siguen contaminando?

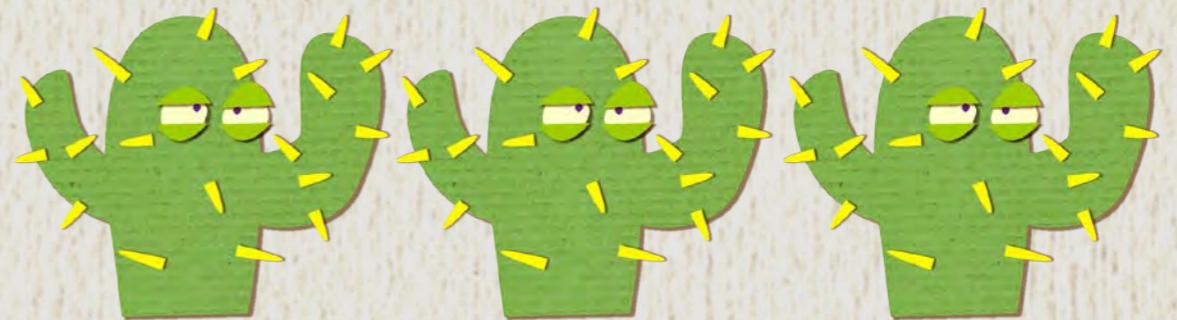
## - Pérdida de biodiversidad.

Biodiversidad es el término utilizado desde hace veinte años para designar la variedad o diversidad del mundo biológico. Este concepto hace referencia tanto al número de especies, como a la diversidad genética (individuos de la misma especie con características diferentes), y a la diversidad de ecosistemas.

En los tres aspectos se está reduciendo peligrosamente la variabilidad genética de muchas especies y ecosistemas, reduciendo su capacidad de adaptación. La riqueza genética permite superar los cambios en el medio. La pérdida de variabilidad genética supone la indefensión ante cambios bruscos en el medio. Se prevé que en los próximos treinta años desaparezcan el 30% de las especies del planeta,... teniendo en cuenta especies de insectos, vertebrados, plantas, etc. Cada vez que se pierde una especie (animal o vegetal) es para siempre, y podemos estar perdiendo la posibilidad de descubrir una cura para el cáncer, o cualquier otro problema que afecte a los seres vivos en general incluidos los vegetales, de los que nos alimentamos. O simplemente estamos contribuyendo a alterar aun más el delicado equilibrio de la Naturaleza, y perdiendo una fuente importante de los recursos de los que nos alimentamos como es el caso de la pesca.

La sobreexplotación de recursos es una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad. La sobreexplotación de los caladeros pesqueros, la ganadería indiscriminada o la sustitución de terreno forestal por terreno agrícola, también son otra de las grandes causas. La pérdida de territorio natural o agrícola a expensas del cemento, es decir, el desmesurado desarrollo urbanístico se ha convertido en una de las actividades que están contribuyendo en esta acelerada pérdida de biodiversidad. La contaminación, o el Cambio Climático son fenómenos que también están contribuyendo.

Recuerda alguna zona que haya cambiado de ser un paraje natural a una urbanización. ¿Qué crees que habrá pasado con todos los seres vivos (animales y plantas) que allí habitaban.



### - Pérdida de diversidad cultural.

No debemos caer en el reduccionismo y limitarnos a analizar la pérdida de diversidad natural, ya que la diversidad cultural es, al menos, igual de importante. Es fundamental entender que el mantenimiento de la diversidad cultural no debe implicar aislamiento de culturas, ya que es precisamente el contacto entre culturas, lo que facilita disfrutar de la diversidad cultural; siempre y cuando no se produzca una hegemonía o sometimiento de unas culturas sobre otras, lo que históricamente ha llevado a conflictos (limpiezas étnicas, enfrentamientos con emigrantes y/o inmigrantes, etc).

La diversidad cultural, la pluralidad de lenguas y costumbres es un bien absoluto. La pérdida de lenguas no solo implica una pérdida de palabras, sino también de formas de comprender la vida. Este es un patrimonio de valor incalculable, y al que no debemos renunciar. Con la pérdida de las formas de vida tradicionales estamos perdiendo un conocimiento sobre la agricultura, la pesca o los usos artesanos, que nos podría ayudar a solucionar serios problemas producidos por la actual crisis en la que estamos inmersos ya que representaría una ayuda frente a las variaciones climáticas, la pérdida de biodiversidad natural y otras amenazas que pueden afectar a la seguridad alimentaria. Todo esto sin olvidar que estamos perdiendo un conocimiento extremadamente valioso sobre la forma de usar los recursos y el territorio de una manera razonable y sostenible, sin hipotecar las necesidades de las generaciones futuras.

La generalización del modo de vida occidental y urbano, la sustitución de las actividades primarias tales como la agricultura o la pesca por el sector turístico, el hiperconsumismo en el que nos desarrollamos o el abandono de las formas de ocio no asociadas al consumo, etc.. son algunas de las razones que están provocando esta pérdida de formas de vida tradicionales. La propuesta no es que la sociedad no evolucione, lo que sucede es que la evolución no debe ser a expensas del medio natural y humano.

¿Qué crees que podría pasar si se pierde el conocimiento que nuestras personas mayores tienen sobre las estrellas? ¿O sobre el funcionamiento del mundo natural?

### - Generación masiva de residuos.

Evidentemente este es un fenómeno muy relacionado con la contaminación. En una sociedad como la actual en la que hay tantos elementos de usar y tirar se generan gran cantidad de residuos. Por otro lado en todos los procesos de producción también se producen cantidades ingentes de desechos.

La principal causa de esta situación, evidentemente es la tendencia del actual sistema socioeconómico de producir y consumir indiscriminadamente. Vivimos como se comentaba anteriormente en una sociedad del usar y tirar, eso sin hablar de la cantidad de envoltorios que trae consigo cualquier objeto. Por otro lado los procesos industriales de producción de estos elementos de consumo también generan gran cantidad de residuos.



¿Te has parado a pensar alguna vez en todas las fases por la que pasa la producción de un elemento? ¿Y los residuos que se generarán en cada una de estas fases?

### - Deforestación.

Cada año se pierde una superficie de bosques equivalente a ¡¡¡35 millones de campos de fútbol!!!. Los árboles cumplen muchísimas funciones en los ecosistemas, entre otras la de servir como sujeción del suelo. Al eliminar superficie forestal estamos favoreciendo los fenómenos de erosión y desertización de los que hablaremos más adelante. Por otro lado, los árboles absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera para sus procesos fotosintéticos, con lo que la tala de bosques también incrementa el efecto invernadero.

En todas las partes del mundo los bosques están siendo destruidos o degradados como consecuencia de la expansión de terrenos agrícolas, o urbanizables, la construcción de infraestructuras como autovías o autopistas, la tala para la industria maderera, y papelera, la sobreexplotación para la obtención de leña, la contaminación del aire, la acidificación de aguas y suelos y las enfermedades, o los incendios mayoritariamente provocados por la acción humana con fines económicos o de forma accidental.

¿Cuántos bosques conoces o has conocido?  
¿Han sido siempre iguales?

### - Erosión y desertificación.

Estos fenómenos si bien es cierto que se pueden dar de forma natural, se están viendo acelerados por la intervención humana.

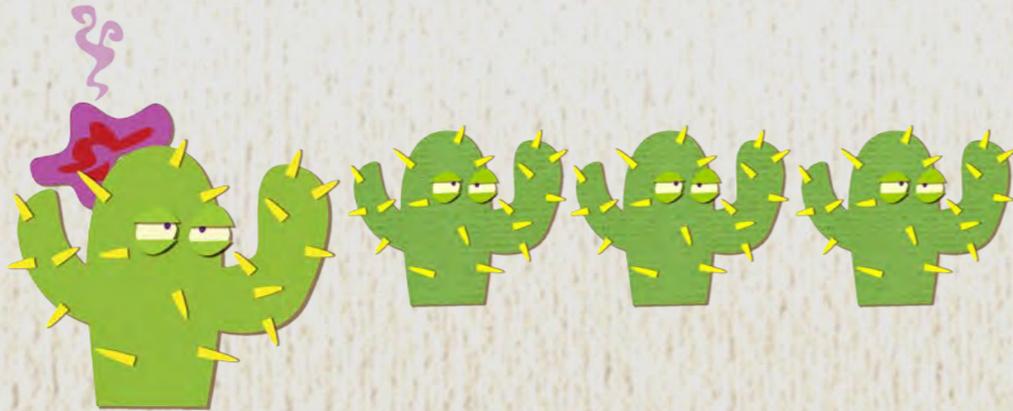
La erosión es un proceso natural, pero actualmente se ve intensificado por la acción humana, principalmente por la eliminación por parte de los humanos de la cobertura vegetal y por los usos del territorio.

Respecto a la desertificación, aclarar que se nombran así a los fenómenos de este tipo acelerados por presión de las poblaciones humanas, mientras que cuando se produce de forma natural, este proceso recibe el nombre de desertización.

Es destacable la existencia en Andalucía de zonas de desertización natural, fruto de la influencia de las zonas áridas norteafricanas y de su situación frontera con la zona cálida ecuatorial de carácter desértico. Aun así, y principalmente en tierras del levante andaluz, estos procesos se están viendo muy agravados por la acción humana. El principal problema que presenta este fenómeno es la pérdida de suelo útil para ser cultivados, o para albergar vida silvestre, ya que se altera sus características físicas y químicas, así como la vida que albergan.



Cómo estamos viendo existen numerosos fenómenos que están provocando la degradación de los ecosistemas y la pérdida de la biodiversidad, estando claramente potenciados por la intervención humana. En el caso de la erosión y desertificación las principales actividades humanas que las potencian son las actividades industriales, la mala ordenación del suelo, el pastoreo excesivo, la deforestación, y la sobreexplotación de los recursos.



Andalucía, es la comunidad autónoma con mayor índice de desertificación de España, principalmente en las provincias de Almería, Jaén, Granada y Málaga.

Según las personas expertas en la materia, las principales causas son la agricultura intensiva de regadío, la sobreexplotación del suelo y el saqueo de los acuíferos subterráneos. A esto hay que añadir la variación en los límites de la distribución de las especies vegetales debida al Cambio Climático.

**¿Qué crees que sucede si los suelos se erosionan y se pierde la capa superior, que es la que sustenta la vida?**

#### 4.4. ¿Cómo nos hablan de la Contaminación Lumínica?

Comunicación se define como el código utilizado para la transmisión de un mensaje, mientras que información es el conjunto de datos o de ideas que en forma de mensaje sirve para comunicar (28). Actualmente los medios de comunicación nos proporcionan gran cantidad de información, tanta que muchas veces resulta difícil tener criterio para distinguir la información veraz, completa y neutral.

El término “periodismo” deriva etimológicamente de “periodo”, término acuñado en 1490 a partir de la palabra griega “periodos”, que significa “revolución de los astros”. (28)

En función del medio de comunicación que examinemos para analizar el tratamiento que realizan de la Contaminación Lumínica, observaremos que proporcionan diferentes tipos de información. Usando internet como herramienta de exploración, podemos analizar diferentes canales de comunicación.

Puedes entrar en la página web de diferentes medios de comunicación y poner en su buscador "Contaminación Lumínica".



Periódicos: la información puede presentar diferentes grados de profundidad, desde la superficialidad sensacionalista hasta el periodismo científico riguroso. Puede incluir relaciones con otros aspectos de la temática. Pueden incluir valoraciones u opiniones personales. Se pueden realizar críticas positivas o negativas hacia administraciones o instituciones de todo tipo. Son fáciles de leer. La comunicación es unidireccional, desde el periódico hacia la persona que lee.

<http://www.abc.es/>

<http://www.elpais.com/>

<http://www.20minutos.es/>

Televisión: la información puede ser muy compleja o muy simple. Predominio de la información visual y sonora sobre el contenido, resulta más entendible pero se retiene con más dificultad, ya que la información puede desbordar a la persona receptora rápidamente, tanto por la cantidad como por el ritmo que está fuera del control de quien observa la pantalla.

<http://www.rtve.es/>

<http://www.antena3.com/>

Blogs/web de colectivos: información abundante y multidimensional. Permiten explorar y construir opiniones de manera más libre. Es necesario contrastar la información, pues en principio nada asegura la veracidad de su contenido<sup>1</sup>. Facilitan la interacción y la implicación personal si se desea. La comunicación puede ser bidireccional o multidireccional a través de foros y correos electrónicos.

<http://astrogranada.wordpress.com/>

<http://www.espacial.org/>

<http://astronomia2009.es/>



Revistas e instituciones científicas: la información proporcionada es extensa y minuciosa, centrada en algún aspecto concreto de la temática. No se manifiestan opiniones, tan solo datos y conclusiones científicamente demostrables. No son fáciles de leer, requieren de una gran formación previa por parte de la persona destinataria de la información. La comunicación es unidireccional, desde la revista o institución hacia la persona que lee.

<http://www.investigacionyciencia.es/>

<http://www.iaa.es/es>

<http://www.csic.es/web/guest/home>

<http://www.iac.es/>



## CAPITULO 5 CONSTRUYENDO SOLUCIONES

“Ninguna provincia española cumple el Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética.”

Grupo de Estudio de Contaminación Lumínica. Universidad Autónoma de Madrid, 2011.

Que salga el sol, que no salga,  
eso que me importa a mi,  
si la luz que a mi me alumbra  
es cuando te veo a ti.

**Soleá.**  
Antonio Sánchez



Pese al aumento de iniciativas políticas, legislativas y técnicas para reducir el problema de la Contaminación Lumínica, los datos indican que el problema sigue aumentando. Se hace necesario una participación ciudadana lo más amplia posible para transformar esta situación. Las soluciones tienen que nacer desde las demandas sociales, y para ello el primer paso es disponer de información.

### 5.1. La necesidad de defender los cielos estrellados.

David Crawford se dedicó durante su vida profesional a estudiar las estrellas como astrónomo, y pudo contemplar la progresiva desaparición de la oscuridad de la noche. Cuando se jubiló, dedicó su tiempo y su energía a trabajar por la defensa del firmamento, de manera que constituyó junto a otras personas la asociación Dark-Sky en 1988, consiguiendo que se promulgaran las primeras leyes de protección del cielo nocturno en el estado de Arizona [12]. Tras este primer triunfo la iniciativa se extendió por otros países.



En las islas Canarias se promulgó la Ley del Cielo para facilitar el establecimiento de los observatorios astronómicos en 1988. En la Península Ibérica las primeras normativas para regular la Contaminación Lumínica surgieron a raíz de una campaña de denuncia promovida por la Societat Astronomia de Figueres en colaboración con los Institutos de Astrofísica de Canarias y Andalucía. Poco después se crearon las iniciativas Cel Fosc en Cataluña, Cielo Oscuro en Madrid, o el grupo Cielo Oscuro de la Sociedad Astronómica de Granada.

Todas estas iniciativas tienen como objetivo la reducción de la Contaminación Lumínica. Para ello realizan actividades de sensibilización y divulgación, al mismo tiempo que presionan a las diferentes administraciones, tanto municipales, como regionales o nacionales, para aprobar normativas y llevar a cabo planes de adaptación de las luminarias. La primera norma municipal aprobada surgió en el año 1998 en el Ayuntamiento de Tárrega (Lleida). Curiosamente, la primera normativa regional fue consecuencia de una campaña realizada en Cataluña con escolares para elaborar un mapa de Contaminación Lumínica, cuyo eco periodístico motivó al Gobierno Catalán para elaborar una legislación al respecto. (12)

Sin embargo, pese a este proceso legislador a favor de los cielos estrellados de las últimas dos décadas, el problema de la Contaminación Lumínica en vez de disminuir sigue creciendo.

En este contexto se siguen haciendo esfuerzos por conservar los cielos nocturnos de Andalucía. En esta Comunidad Autónoma existen dos observatorios astronómicos de categoría internacional, situados en Sierra Nevada y Calar Alto, estando considerado el cielo del segundo como el mejor de Europa para la observación astronómica.



## 5.2. Manifiesto en defensa de las estrellas.

*Al conjunto de la sociedad.*

*Siendo como soy una persona terrícola, habitante del tercer planeta del sistema solar, ubicado en la periferia espiral de la Galaxia Vía Láctea. Consciente de formar parte de un Universo mayoritariamente inexplorado, del que sin embargo sabemos lo suficiente como para poder afirmar que la vida orgánica, y la capacidad desarrollada por la especie humana para entender su entorno, es algo excepcional y quizás único a lo largo de los 13.500 millones de años de existencia del Universo transcurridos desde el Big-Bang.*

*Considero que la desaparición de la oscuridad de la noche, como consecuencia de la Contaminación Lumínica provocada por los sistemas de alumbrados urbanos, es un importante problema socioambiental que ha de ser solucionado a la mayor brevedad posible, puesto que tiene numerosas consecuencias negativas, entre las que destacan:*

- ★ La imposibilidad de contemplar el firmamento para la mayor parte de las personas debido al exceso de luz nocturna, con especial atención al colectivo de la comunidad científica dedicada al estudio de la astronomía, cuyos observatorios padecen "ceguera" en mayor o menor medida, por muy alejados que se encuentren de los núcleos urbanos.*
- ★ Las alteraciones de los biorritmos de las personas que no descansan adecuadamente por la intrusión lumínica en sus hogares, haciéndolas propensas a padecer enfermedades y comportamientos agresivos.*
- ★ Los desequilibrios ecológicos a gran escala causados por la alteración del ciclo natural día-noche, sobre el que han evolucionado los seres vivos y sus complejas relaciones.*
- ★ El derroche de recursos naturales que se emplean inútilmente para iluminar el cielo, así como los residuos que se generan, destacando las emisiones de CO<sub>2</sub> responsables del Cambio Climático*
- ★ La inseguridad vial que se produce debido a los deslumbramientos padecidos por personas que conducen vehículos.*

*Por ello me comprometo a:*

- ★ Sensibilizar a las personas que me rodean respecto a dicha problemática*
- ★ Promover y participar en iniciativas para proteger y defender el cielo estrellado.*
- ★ Apagar o mejorar todas las luces que estén a mi alcance.*
- ★ Reclamar a las administraciones competentes el cumplimiento de las normativas.*
- ★ Investigar para mejorar.*

*En \_\_\_\_\_ a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_*

*Fdo: \_\_\_\_\_*

### 5.3. Aspectos fundamentales de las leyes y del reglamento andaluz sobre Contaminación Lumínica y calidad ambiental.

El 3 de agosto de 2010 se aprobó en el Parlamento de Andalucía el Decreto 357/2010 “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”. Este reglamento se justifica en el aumento del brillo nocturno, que dificulta las observaciones astronómicas y tiene efectos negativos sobre los ecosistemas y las personas, así como en el derroche de recursos y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Establece como puntos de referencia, en los que la Contaminación Lumínica debería ser mínima, los Observatorios Astronómicos de Categoría Internacional, como son los de Sierra Nevada (Granada) y Calar Alto (Almería). Asimismo establece la obligación por parte de la Consejería de Medio Ambiente de elaborar un mapa de áreas Lumínicas de la Comunidad Autónoma. En este mapa se establecen tres niveles de luminosidad, siendo la zona 1 la menos luminosa y 3 la más luminosa.

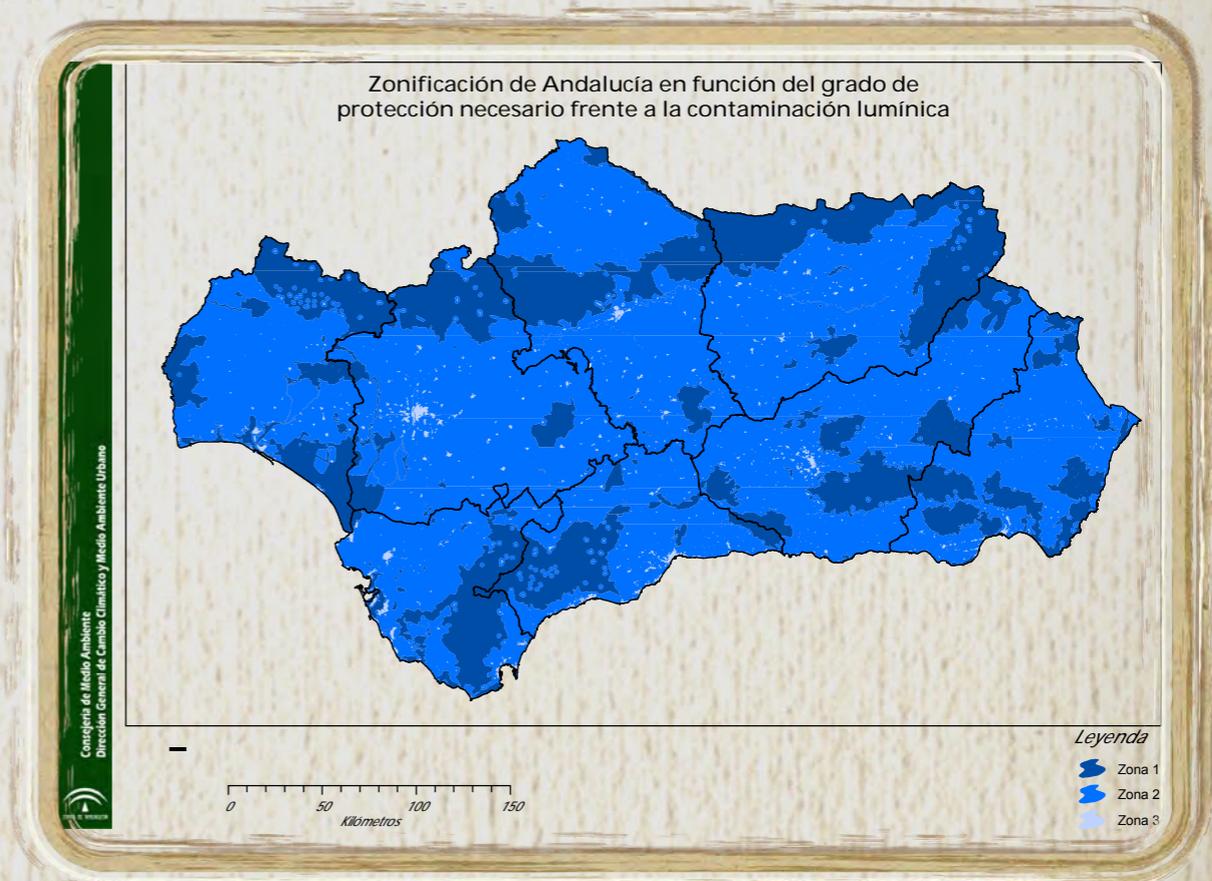


Figura 3.5.1 Mapa de zonificación de Andalucía en función del grado de protección necesario frente a la Contaminación Lumínica. Fuente Decreto 357/2010 “Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la Contaminación Lumínica y el establecimiento de Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética”

Establece la obligatoriedad para las personas o entidades titulares de alumbrados exteriores, de cambiar todas las luminarias que emitan un flujo hemisférico superior mayor al 25%, en un plazo máximo de tres años a partir de la publicación del Reglamento. A los ayuntamientos les obliga a aprobar Ordenanzas Municipales para adaptarse a las disposiciones del Reglamento en el plazo de un año, pudiendo solicitar asesoramiento técnico, jurídico y administrativo a la propia Consejería de Medio Ambiente.



La finalidad del Reglamento queda definida de la siguiente manera

- a) Prevenir, minimizar y corregir los efectos de la dispersión de luz artificial hacia el cielo nocturno.
- b) Preservar las condiciones naturales de oscuridad en beneficio de los ecosistemas nocturnos en general.
- c) Promover el uso eficiente del alumbrado, sin perjuicio de la seguridad de los usuarios.
- d) Reducir la intrusión lumínica en zonas distintas a las que se pretende iluminar, principalmente, en entornos naturales e interior de edificios residenciales.
- e) Salvaguardar la calidad del cielo nocturno y facilitar la visión del mismo con carácter general y, en especial, en el entorno de los observatorios astronómicos.



El régimen regulador del alumbrado exterior define la siguiente clasificación para el establecimiento de la zonificación lumínica:

**Áreas oscuras (E1):** suelo no urbanizable incluido en espacios naturales y entornos de observatorios astronómicos.

**Áreas que admiten flujo luminoso reducido (E2):** son terrenos no urbanizable o urbanizables excluidos de E1.

**Áreas que admiten flujo luminoso medio (E3):** zonas residenciales con densidad media-baja, zonas industriales, zonas con actividad nocturna y sistema general de espacios libres.

**Áreas que admiten flujo luminoso elevado (E4):** son los cascos urbanos con alta densidad de edificación, y aquellas en las que se desarrollen actividades recreativas, turísticas o comerciales en horario nocturno

La clasificación establecida para los tipos de iluminación exteriores es la siguiente:

- a) Alumbrado vial.
- b) Alumbrado específico.
- c) Alumbrado ornamental.
- d) Alumbrado para la vigilancia y seguridad nocturna.
- e) Alumbrado de señales y anuncios luminosos.
- f) Alumbrado festivo y navideño.

Define el horario nocturno en invierno de 00:00 a.m. a 6:00 a.m., y en verano de 1:00 a.m. a 6:00 a.m.



#### 5.4. ¿Qué puedo hacer,... qué podemos hacer?

Acabar totalmente con la Contaminación Lumínica es algo utópico, pues siempre se escapará algo de luz hacia el cielo. Pero como las utopías sirven para marcar el camino a recorrer, podemos plantearnos reducir las emisiones de luz contaminantes al mínimo posible. Las formas de actuación posibles son varias.

**Sensibilizar a las personas que te rodean:** informar del problema que supone la Contaminación Lumínica para actuar en consecuencia. Muchas veces actuamos incorrectamente únicamente por falta de información. Mientras más se extienda la información más personas se involucrarán en solucionar un problema colectivo como es la Contaminación Lumínica.

**Promover y participar en iniciativas para proteger el cielo:** desde hace varios años, asociaciones y colectivos de personas preocupadas por la contaminación lumínica han conseguido promover iniciativas legislativas para proteger el cielo nocturno.

En el año 1998, el Ayuntamiento de Tárrega (Lleida, Cataluña) fue el primero en el Estado español que aprobó una ordenanza municipal de protección del cielo nocturno [12] como consecuencia de la movilización ciudadana.

Lo han logrado organizándose, movilizándolo a diferentes colectivos, sensibilizando sobre la problemática y difundiendo a través de los medios de comunicación sus inquietudes y demandas, hasta que las personas que se dedican profesionalmente a la política o a la gestión de los recursos públicos se han visto obligadas a incorporar sus propuestas en normas y leyes.

**Apagar o mejorar todas las luces que estén a tu alcance:** analiza las luces de tu casa, las del vecindario, las de la casa de tu pareja, tu familia y tus amistades. Coge una escalera y realiza los cambios que consideres necesarios: sustituye las bombillas, cambia las direcciones de iluminación, o simplemente apágalas cuando creas que no hagan falta.

Evitar la emisión de luz directa hacia el cielo.

Apagar luces ornamentales a partir de cierta hora.

Mantener las instalaciones en condiciones óptimas.

Reducir la potencia instalada.

**Reclamar a las administraciones competentes el cumplimiento de las normativas:** La existencia de una legislación no implica su cumplimiento. Es necesario que las personas concienciadas con la problemática realicen un seguimiento, y en caso de detectar situaciones de incumplimiento de la ley, las denuncien ante la justicia. Es preciso favorecer la colectivización de las reivindicaciones, la unión hace la fuerza.

**Investigar para mejorar:** el desarrollo tecnológico es una baza que puede posibilitar reducciones en los impactos, aunque asumiendo que todo no se va a solucionar con la tecnología. El tecnoentusiasmo es una nueva religión que mueve el ideario social dominante, permitiendo que las personas nos amparemos en una fe ciega en la tecnología como solución a todos los problemas. Desarrollo tecnológico sí, pero asumiendo que por aquí solo no pasan las soluciones, y que debe ir acompañado de un cambio en el modelo social.

**Promover el conocimiento como herramienta transformadora:** argumentando y desmontando los mitos e ideas equívocas que puedan existir en la sociedad al respecto. A continuación se presentan las principales ideas sobre las que hay que trabajar (modificado del artículo "Hágase la Luz", escrito por Carlos Herranz en la Revista Astronomía nº 129, II Época):

"Las estrellas son inmutables y eternas": efectivamente no tenemos capacidad para modificar a las estrellas en sí mismas, pero sí que la tenemos para dificultar o impedir totalmente su contemplación desde la Tierra. Es lo que está pasando actualmente en mayor o menor medida en los países enriquecidos debido al derroche energético que ilumina nuestras noches. Concretamente en la Península Ibérica no existe prácticamente ningún territorio que se escape de la Contaminación Lumínica, pues las emisiones procedentes de los núcleos urbanos se extienden a largas distancias, ocultando las estrellas para la mayor parte de la población.

"Cuanta más luz, mejor": razonamiento asociado al modo de vida consumista, que propicia la idea de que progreso implica siempre más cantidad, más lejos y más rápido. Es totalmente falso que ver mejor se deba a una mayor cantidad de luz. La visión óptima se consigue iluminando homogéneamente, para evitar zonas de sombra y peligrosos deslumbramientos.

"La culpa del resplandor es de la contaminación atmosférica de las ciudades": esto no es verdad, ya que en zonas rurales sin contaminación atmosférica también se observa Contaminación Lumínica. Sí es verdad que la contaminación atmosférica potencia a la lumínica, al actuar las partículas en suspensión a difundir la luz a mayores distancias.



“Solo es Contaminación Lumínica la luz que se emite hacia arriba”: la iluminación directa hacia el cielo es uno de los elementos de la Contaminación Lumínica, pero lo son también las emisiones en la horizontal que se difunden a largas distancias, las que se dirigen a paredes y ventanas, a superficies reflectantes como masas de agua o cristaleras,... en definitiva, la emisión de luz hacia cualquier zona que no se desea iluminar.

“La luz blanca no contamina”: al revés, es una longitud de onda con gran repercusión sobre los insectos, y la que produce las mayores alteraciones de los biorritmos de las personas. Además es la que más fácilmente se difunde e interfiere con la visión nocturna, por lo que se debe controlar especialmente.

“El aumento del rendimiento o de la eficiencia energética de las farolas conduce a la reducción de la Contaminación Lumínica”: reducir el consumo energético de las luminarias no implica necesariamente la reducción de la Contaminación Lumínica, se pueden cambiar todas las bombillas de una calle para que consuman menos, pero seguir iluminando en las direcciones equivocadas. Por el contrario, reducir la Contaminación Lumínica siempre implica reducir el consumo energético.

“Un menor flujo hacia el hemisferio superior (FHS) de las luminarias conduce a la reducción de la Contaminación Lumínica”: peligrosa confusión que ha malogrado algunas iniciativas puestas en práctica en los últimos años. Al reducir solamente el FHS se incrementan las emisiones horizontales, que son las que se propagan a mayores distancias, y además provocan los fenómenos de deslumbramiento e intrusión lumínica a escala local.

“La solución es la división del territorio en zonas en las que se permiten distintos porcentajes de emisión de luz al cielo”: por principio hay que oponerse a la iluminación del cielo desde cualquier lugar, ya que no sirve absolutamente para nada. Además, entre una zona protegida y otra no protegida debería existir una distancia mínima de 100 km. para que la zonificación tuviera utilidad, requisito difícil, por no decir imposible, de cumplir.

“La existencia de una normativa de alumbrado en vigor conduce a la reducción de la Contaminación Lumínica”: las leyes por sí mismas no solucionan nada si no se verifica su cumplimiento, se evalúa su efectividad al cabo del tiempo, se difunde, y se dota de los requisitos técnicos y humanos necesarios para su cumplimiento.

“Una instalación de alumbrado poco contaminante es mucho más cara que una convencional”: esta es la excusa ideal para no hacer nada. Existen numerosas alternativas técnicas en el mercado entre las que elegir, y además, al mejorar la eficiencia energética los costes se amortizan en el plazo de uno o dos años al reducirse la factura de la luz.



“La Contaminación Lumínica es inocua, es un capricho de astrónomos o de «nuevos ricos» por el que no hay que preocuparse”: las investigaciones médicas demuestran de manera cada vez más contundente la relación existente entre Contaminación Lumínica y el desarrollo de tumores. Al mismo tiempo, los estudios biológicos siguen descubriendo nuevos desequilibrios ecológicos causados por este tipo de contaminación. Respecto a la observación astronómica, no se puede poner en duda la relación entre el progreso humano y el conocimiento generado por la astronomía a lo largo de la historia, así pues, ¿qué nos podemos perder si dejamos de ver las estrellas en el momento de máximo desarrollo tecnológico de la humanidad?

“Las lámparas a base de LED no contaminan y son la solución al problema”: mucho cuidado con esto, pues con la excusa de que consumen menos se tiende a instalar más de los necesarios, provocando sobreiluminación en las longitudes de onda más contaminantes. Se pueden diseñar instalaciones altamente contaminantes con LED. Además, todavía no está comprobado su anunciado ahorro a lo largo de toda la vida útil.

“La solución a la Contaminación Lumínica vendrá del sector luminotécnico, que se «autorregulará””: este sector es pieza fundamental para la solución del problema, por lo que no se puede esperar que se implique de manera espontánea, sino que debe sentirse obligado a ello, ya sea por las normativas o por los potenciales beneficios económicos. Esto solo es posible si existe una ciudadanía concienciada que demande cambios.

## **Principios básicos para controlar la Contaminación Lumínica y el consumo energético:**

**¿Qué iluminar?** Dirección: cambiar las luminarias, o adaptarlas, para evitar totalmente la emisión de luz directa hacia el cielo y minimizar las emisiones en la horizontal.

**¿Cuánto iluminar?** Intensidad: dimensionar la potencia de las instalaciones luminotécnicas para evitar el rebote sobre las superficies iluminadas. Los niveles de seguridad que establece la Comisión Internacional de la Iluminación para cada tipo de vía y uso, deben tomarse como niveles máximos.

**¿Con qué iluminar?** Tipos de bombillas: utilizar lámparas cuyo rango espectral sea el más adecuado para facilitar la visión nocturna y evitar la Contaminación Lumínica.

**¿Cómo iluminar?** Proyectos luminotécnicos que contemplen la opción más respetuosa con el Medio Ambiente, con el menor gasto energético, que requiera menos luminarias, menos mantenimiento y tenga mayor tiempo de vida útil.

**¿Cuándo iluminar?** Horarios en función del uso para gestionar el alumbrado.



## 4 ACTIVIDADES

### Actividades BLOQUE 1. Presentación del tema. ¿A qué nos referimos cuando hablamos de Contaminación Lumínica?

1.1. Observando Constelaciones. Proyecto IACO.

1.2. Intrusímetro.

1.3. CACOPROSOTEMPER



ACTIVIDAD N°: 1.1.

TÍTULO: Observando Constelaciones. Proyecto IACO.

A la hora de abordar el trabajo de cualquier problemática socioambiental, el primer paso necesario es la visibilización del fenómeno. La mayoría del alumnado de educación secundaria ha crecido con un cielo iluminado, pero no por las estrellas precisamente. Por tanto se hace imprescindible una primera fase en la que se evidencie y caracterice el fenómeno de la Contaminación Lumínica.

Sin necesidad de ningún aparato complejo, tan solo utilizando nuestros ojos, se puede realizar un estudio sobre la oscuridad de la noche. La pregunta o hipótesis de partida es: ¿se ven las estrellas con la misma intensidad si las observamos desde diferentes lugares, por ejemplo, desde el centro de una gran ciudad, la periferia o el campo?

Para responder a esta pregunta se necesita disponer de un poco de información y organización:

- Información para que todas las personas que participen en la investigación dirijan sus miradas hacia el mismo lugar del cielo.
- Organización para que lo hagan siguiendo los mismos pasos, de manera que se puedan comparar los resultados obtenidos en cada observación.

De esta manera se podrán obtener conclusiones a partir de las diferentes observaciones con una base científica irrefutable.

Por esta razón se plantea esta actividad, referida al proyecto IACO para realizar medidas de Contaminación Lumínica y que se describe a continuación.

También se incorporan las indicaciones pertinentes para poder desarrollarla en caso de que el acceso a este proyecto no sea posible.

### OBJETIVOS:

- Visibilizar la existencia de la Contaminación Lumínica.
- Conocer el concepto de Contaminación Lumínica.
- Cuantificar la Contaminación Lumínica existente en el entorno cercano.
- Elaborar un mapa de Contaminación Lumínica.
- Participar en el Proyecto IACO.

### CONTENIDOS:

Constelaciones.  
Contaminación Lumínica.  
Proyecto IACO.  
Procesos de cuantificación de Contaminación Lumínica.  
Mapa de Contaminación Lumínica.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo cap 1: “Descripción del fenómeno”.

### DESARROLLO:

El proyecto IACO (Investigación y Acción sobre el Cielo Oscuro) es un proyecto organizado por la Sociedad Malagueña de Astronomía así como otras entidades y agrupaciones astronómicas, en el que se realizan medidas de Contaminación Lumínica por simple conteo visual de estrellas en constelaciones y otras medidas con instrumentación específica. Posee una página web: [www.iaco.es](http://www.iaco.es), donde aparece toda la información necesaria, y donde volcar los resultados de las observaciones realizadas.



Conviene comenzar proponiendo una serie de preguntas:

¿Sabéis qué es una constelación?  
¿Cuántas constelaciones conocéis?  
¿Se ven todas las mismas constelaciones en todas las épocas del año?  
¿Qué relación existe entre constelaciones y estrellas?  
Y cuando hay Luna llena, ¿se ven las estrellas?  
¿Creéis que se ven las mismas estrellas ahora que antes?  
¿Creéis que se ven las mismas estrellas en la ciudad que en el campo, o la playa?  
¿A que creéis que es debido?

Se debe aprovechar este momento para desmontar ideas erróneas e introducir conceptos tales como constelaciones o Contaminación Lumínica.

A continuación se propondrá la realización de una actividad que ayude a encontrar algunas respuestas a estas preguntas.

Si se tiene contemplada la participación en el proyecto IACO el primer paso a dar es registrar el centro educativo en dicho proyecto ([www.iaco.es](http://www.iaco.es)) y descargar las cartas para el registro de la Contaminación Lumínica y Calidad del Cielo.

En la página del proyecto aparecen una serie de observaciones programadas en función del momento del año en que se vaya a realizar la observación. Descarga la que se corresponda con la época del año que interese.

Cada persona que va a participar en la observación deberá recibir una copia de la carta de la constelación.

Si no se va a participar en el proyecto IACO, se pueden realizar mediciones de manera independiente a las programadas dentro del proyecto. La principal diferencia es que no se podrán introducir los datos obtenidos en la página web y no se podrán comparar los resultados con los obtenidos por otros grupos de trabajo. Por otro lado son necesarias las cartas y partes de registro disponibles para su descarga de la web, aunque se haya decidido no registrarse en el proyecto.

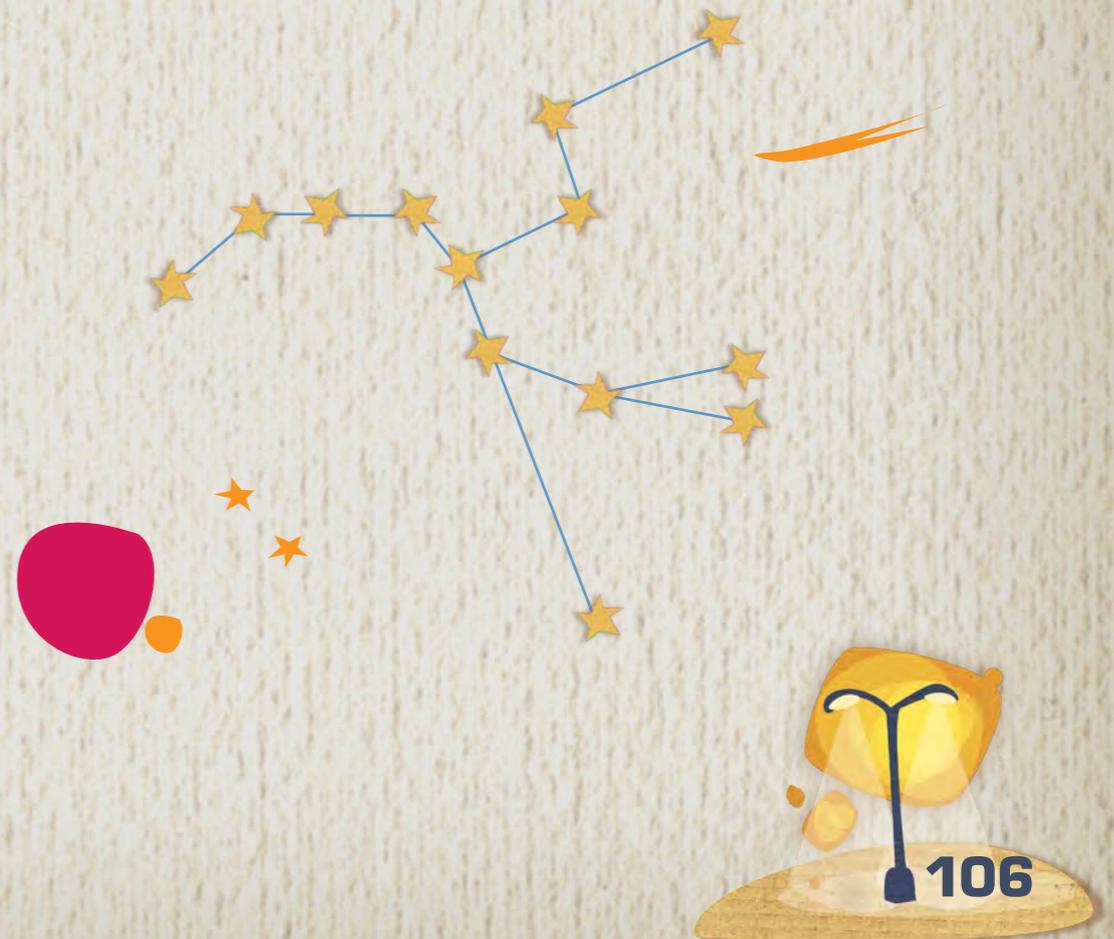
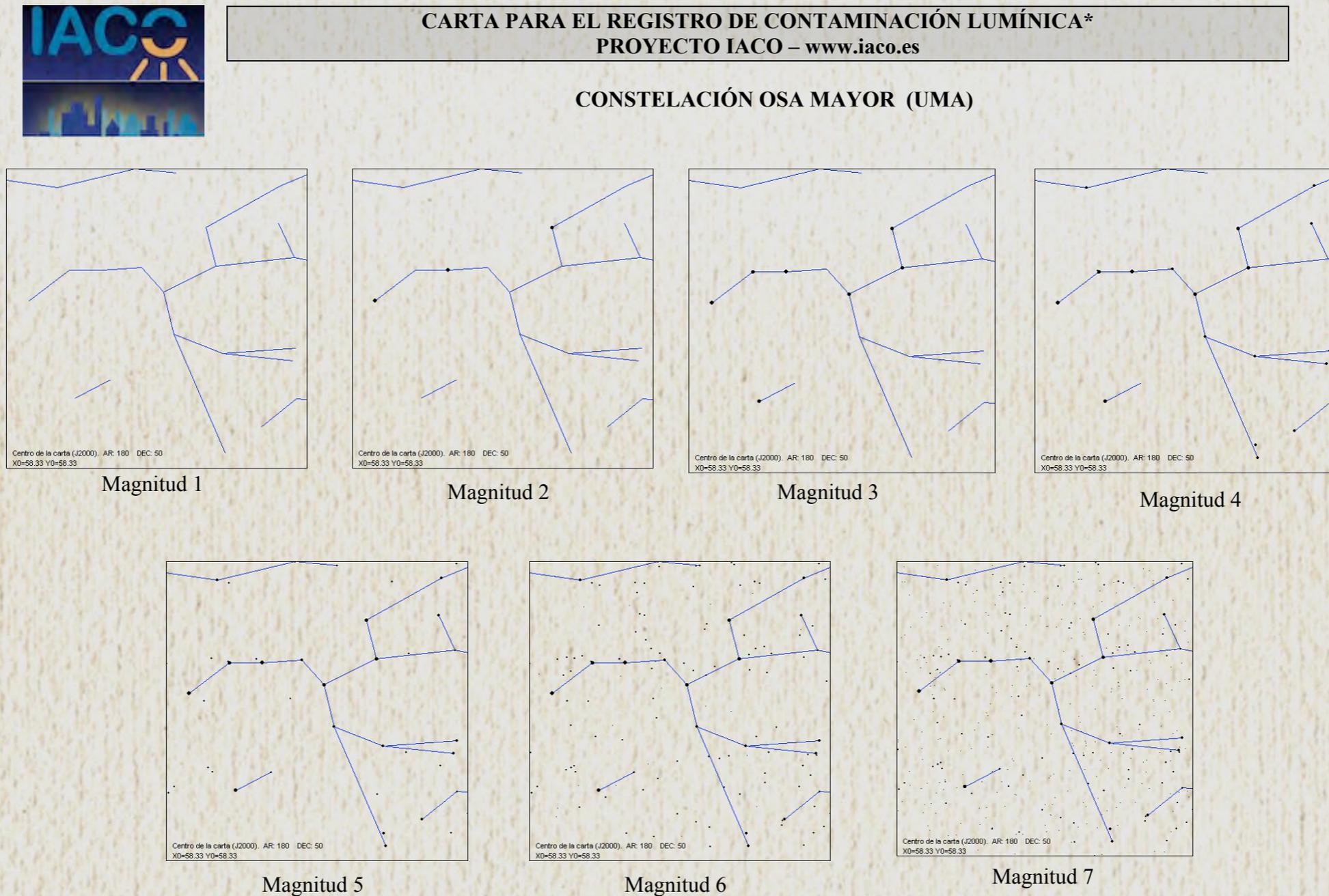


Figura 4.1. Carta de registro de la constelación de la Osa Mayor. (Fuente Proyecto IACO).



\* Carta elaborada a partir de las cartas de SPMN (Red de Investigación sobre Bólid y Meteoritos).

Una vez en el lugar de la medición se deberán tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- **Primero permaneced unos 15 minutos en oscuridad para que los ojos se acostumbren a la luz ambiente.**
- **A continuación comprobad cuantas estrellas de la constelación se pueden ver a simple vista.**
- **En función de las que se vean, se asignará la magnitud apropiada. Mientras mayor sea la Contaminación Lumínica, menor será la magnitud de las estrellas visibles.**

Para definir la magnitud en que influye la Contaminación Lumínica para la observación de las constelaciones se necesita una escala de referencia.

En este caso se utilizará la desarrollada para el Proyecto IACO.

Esta escala se define entre 1 y 7, siendo los números inferiores los que presentan una mayor intensidad de Contaminación Lumínica, ya que son las situaciones en que se observan menos estrellas.

Para asignar una magnitud a la zona de la constelación de la Osa Mayor se propone seguir los siguientes criterios (que se aportan en las cartas de constelaciones):

**Magnitud. 1** = No vemos ninguna estrella, es decir representa máxima Contaminación Lumínica (siempre que no haya Luna).

**Magnitud 2** = Vemos sólo 3 estrellas del carro

**Magnitud 3** = De las 7 estrellas que forman el carro vemos sólo 6 y una más abajo (alfa CNV)

**Magnitud 4** = Vemos el carro completo y algunas más, pero en el interior del carro no vemos ninguna estrella.

**Mag. 5** = Seguimos sin ver ninguna estrella en el interior del carro, pero junto a la cola vemos algunas estrellas (antes no se veía ninguna, salvo las 3 de la cola).

**Mag. 6** = Vemos 4 ó 5 estrellas en el interior del carro.

**Mag. 7** = Vemos muchas estrellas en el interior del carro. El nivel de Contaminación Lumínica es bajo.

Se tomará nota de las observaciones en el Parte de Registro. Al final de esta actividad aparece el parte a utilizar. Este modelo es una adaptación del que ofrece el Proyecto IACO, aunque contemplando los mismos ítems. También puede ser utilizado el que aparece en la web del proyecto.

**Para anotar los resultados en el parte, es necesario alumbrarse con una linterna de luz roja. Basta usar una linterna convencional y anteponerle un papel de celofán rojo doble sujetado con una goma para no deslumbrarnos. De esta manera no se perderá la adaptación a la luz ambiental.**

## PARTE DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS

LUGAR: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ MES: \_\_\_\_\_ DÍA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

CONSTELACIÓN: \_\_\_\_\_ MAG.: \_\_\_\_\_ CC% \_\_\_\_\_ T: \_\_\_\_\_ °C

CENTRO URBANO: \_\_\_\_\_

Calle: \_\_\_\_\_

Long: \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ m

PERIFERIA URBANA: \_\_\_\_\_

Barrio: \_\_\_\_\_

Long: \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ m

ENTORNO RURAL: \_\_\_\_\_

Zona: \_\_\_\_\_

Long: \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ m

## **INSTRUCCIONES: (Fuente proyecto IACO)**

**LUGAR:** Indicar longitud (ej, -4.52 Oeste; 1.26 Este), latitud (38.14 Norte) y altitud (en metros) del lugar de observación ej, la calle, barrio o zona dentro del centro urbano, periferia urbana o entorno rural.

**DIA:** con dos dígitos.

**HORA:** indicar horas y minutos con dos dígitos, en tiempo local.

**Constelación:** Indicar la constelación sobre la que se está haciendo la medida.

**MAG.:** Magnitud calculada según tabla correspondiente a la constelación.

**CC %:** parte de cielo cubierta expresada en tanto por ciento (desde cielo despejado=0 a cielo totalmente cubierto=100).

**T. °C:** Temperatura exterior en grados centígrados.

**Comentarios:** Indicar si hay bruma (humedad en % si se tiene un higrómetro), si hay farolas, de que tipo, a cuanta distancia, si se está cerca de algún foco luminoso: estadio, monumento, etc).

Para finalizar es preciso una puesta en común y análisis e interpretación colectiva de los mismos en la que se pueden plantear las siguientes cuestiones:

¿Qué constelaciones hemos observado?  
¿Qué magnitud ha salido en las observaciones?  
¿Qué nos indican los resultados obtenidos?

En caso de presentar magnitudes cercanas al 1, ¿A que creéis que es debido?

En caso de que se participe en el proyecto IACO: ¿Para qué puede servir tomar datos de esta manera? (organizada y que se pueda comparar).

A partir de este momento se puede aprovechar para incorporar los conceptos de Contaminación Lumínica y mapa de Contaminación Lumínica.

## **RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.**

Se aconseja realizar una medida de Contaminación Lumínica desde casa con los materiales del Proyecto IACO antes de explicarlo en clase.

Además de mirar hacia la misma constelación, los diferentes grupos de observación tienen que tener en cuenta otros factores que afectan a la luminosidad de las estrellas, como son la hora y la nubosidad.



La observación de la constelación elegida tendrá que hacerse en el mismo periodo de tiempo (sin luna en el cielo) y a la misma hora aproximadamente entre todas las personas participantes. Cuando mejor se ven las estrellas es cuando se encuentran sobre nuestras cabezas. Cuando menos se ven es cuando están al nivel del horizonte, ya que su luz tiene que atravesar una cantidad mayor de atmósfera terrestre antes de llegar a nuestros ojos.

Respecto a la nubosidad, siempre hay que tratar de realizar las observaciones con el cielo lo más despejado posible. Y en caso de que no se puedan evitar las nubes, hay que cuantificar la cantidad de nubosidad, humedad o polución existente en el momento de la observación, para poder incluir este dato en las mediciones.

En la página web [www.iaco.es](http://www.iaco.es) encontrarás toda la información necesaria para llevar a cabo la actividad. Además en el Capítulo 1 del dossier informativo se encuentra la información adicional necesaria respecto a la actividad y los contenidos relacionados.

Esta actividad se puede hacer individualmente o por grupos, de la manera que creas que pueda ser más efectivo.

Si disponen de brújulas, que traten de localizar el Norte geográfico y la estrella polar.

## MATERIALES:

Parte de registro que se encuentra en el Banco de recursos act. 1.1.

Cartas para el registro de la Contaminación Lumínica y Calidad del Cielo que se encuentra en el Banco de recursos act. 1.1.

Lápiz o bolígrafo.

Brújula (opcional).

Higrómetro (opcional). Para medir la humedad.

Linterna con filtro rojo. Para poder cumplimentar las hojas de registro en la oscuridad.

Termómetro (opcional).

## TEMPORALIZACIÓN:

En total serán necesarias tres sesiones.

1 sesión de 1 hora: El primer paso es realizar las primeras preguntas y presentar el Proyecto IACO en clase, repartir las cartas y los partes de registro, y explicar cómo se usan.

1 sesión de 1 hora: Introducir los datos obtenidos en la página web.

1 sesión de 1 hora: interpretar los resultados y debate final.



Estas dos últimas sesiones se pueden unir en una en caso de que el alumnado introduzca los datos de manera individual, bien en casa, o en clase si se dispone de ordenador y conexión a Internet.

Si se realiza de manera independiente al proyecto IACO serán precisas una sesión de una hora para las preguntas iniciales y la presentación de la actividad. Y otra sesión para la puesta en común de los resultados obtenidos.

Evidentemente esta temporalización es aproximada dependiendo de la realidad de cada grupo.

## EVALUACIÓN:

Se puede valorar el grado de participación, el número de observaciones válidas resultantes, el interés mostrado y la participación y aportaciones en el análisis final.

Es importante tener en cuenta las respuestas a las cuestiones de la puesta en común, para detectar si han asimilado los contenidos propuestos. Se deberá prestar especial atención a las explicaciones que dan a las magnitudes asignadas a las constelaciones en las diferentes observaciones, y comprobar si se relaciona con la Contaminación Lumínica.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados, las actitudes respecto a la puesta en común, así como los debates generados.



ACTIVIDAD N°: 1.2.  
TÍTULO: El intrusímetro.

La Contaminación Lumínica es un fenómeno que afecta a la capacidad de observación de las estrellas, pero además, está relacionado con muchos más aspectos de los que a priori podemos imaginar. De hecho numerosas investigaciones demuestran que también nos afecta a las personas, así como a otros seres vivos, y por tanto al funcionamiento de diferentes ecosistemas.

Sin darnos cuenta generalmente en nuestro entorno más inmediato, nuestra propia casa, estamos sufriendo Contaminación Lumínica aun sin saberlo.

En esta actividad, se proporciona una herramienta “tecnológica” para medir la cantidad de luz que se mete como intrusa en nuestras casas. Seguimos evidenciando el fenómeno de Contaminación Lumínica, en este caso sus implicaciones a nivel local, justo en las inmediaciones de las luminarias.



## OBJETIVOS:

- Facilitar el aprendizaje sobre la utilización de instrumentos de medida para realizar una experiencia práctica sobre Contaminación Lumínica.
- Facilitar el aprendizaje sobre la toma de datos y expresar los resultados de la investigación.
- Facilitar el aprendizaje para interpretar percepciones individuales como herramienta de investigación.
- Poner en práctica el método científico.
- Conocer de forma práctica el efecto local de la Contaminación Lumínica.

## CONTENIDOS:

Método científico.  
Interpretación de datos e informaciones sobre el entorno, y utilización de dicha información para conocerlo.  
Intrusión lumínica.  
Desaparición de la noche.  
Efectos fisiológicos de la Contaminación Lumínica.  
Glándula pineal.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, cap 1: “Descripción del fenómeno”.

## DESARROLLO:

Para comenzar puedes proponer en clase las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es la Contaminación Lumínica?
- ¿A qué se debe?
- ¿En qué pensáis que consiste la intrusión lumínica?
- ¿Se manifiesta en nuestro entorno más cercano, es decir en nuestras casas?

Las respuestas dependerán de si se han tratado previamente o no estos temas en clase. De todas maneras este momento sirve para recordar contenidos tratados, e incorporar otros nuevos como el concepto de intrusión lumínica sobre el que va a versar toda la actividad.

La siguiente fase consiste en el desarrollo de un proceso basado en el método científico para corroborar o desmentir la respuesta dada a la última cuestión (sobre la manifestación de la Contaminación Lumínica en nuestros hogares).

En este momento puedes plantear el método científico:

- Emitimos una hipótesis de partida:
  - ★ Se manifiesta la Contaminación Lumínica mediante la intrusión lumínica en casa.
  - ★ No se manifiesta.
- Diseñamos un sistema de recogida de datos.
  - ★ Para ello usaremos el intrusímetro y las fichas de recogida de datos.
- Se analizan los datos y se interpretan para ver los resultados obtenidos.

Después de que cada alumna o alumno haya emitido su hipótesis de partida, procederemos a la presentación del “infalible medidor doméstico de intrusión lumínica” o “intrusímetro”.



¿Cómo funciona el intrusímetro?

En primer lugar hay que calibrarlo con luz día para comprobar hasta qué letras distinguen de manera individual, pues dependerá de la agudeza visual de cada cual.

Figura 4.2 Intrusímetro o medidor doméstico de intrusión lumínica.

A C H L	1
F J Y M	2
P O E V	3
R T G W	4
Q S U K	5
N B C X	6
Ñ R H I	7
D G K A	8
L N Q M	9

## INTRUSÍMETRO

Comprueba con luz si puedes ver todas las letras con el intrusímetro en la mano y estirando el brazo todo lo que puedas. Apaga las luces retira las cortinas y sube las persianas. Espera unos minutos para adaptar tu vista. Mira el intrusímetro para ver las letras. Las más pequeñas que distingas te indicarán el nivel de intrusión lumínica en el lugar en que te encuentras. El máximo es 9, y el mínimo 0 si no puedes leer ninguna línea.

El siguiente paso será elaborar un mapa esquemático de la casa de cada cual donde recoger las mediciones por estancias. Para ello deberán esperar a la noche. Abrir las ventanas, subir las persianas y retirar las cortinas para dejar que entre la luz de la calle. Esperar unos minutos para que se adapte la vista a la luz ambiente. Observar el intrusímetro, estirando el brazo a la máxima distancia del cuerpo. Tomar medidas en las diferentes estancias de la casa.

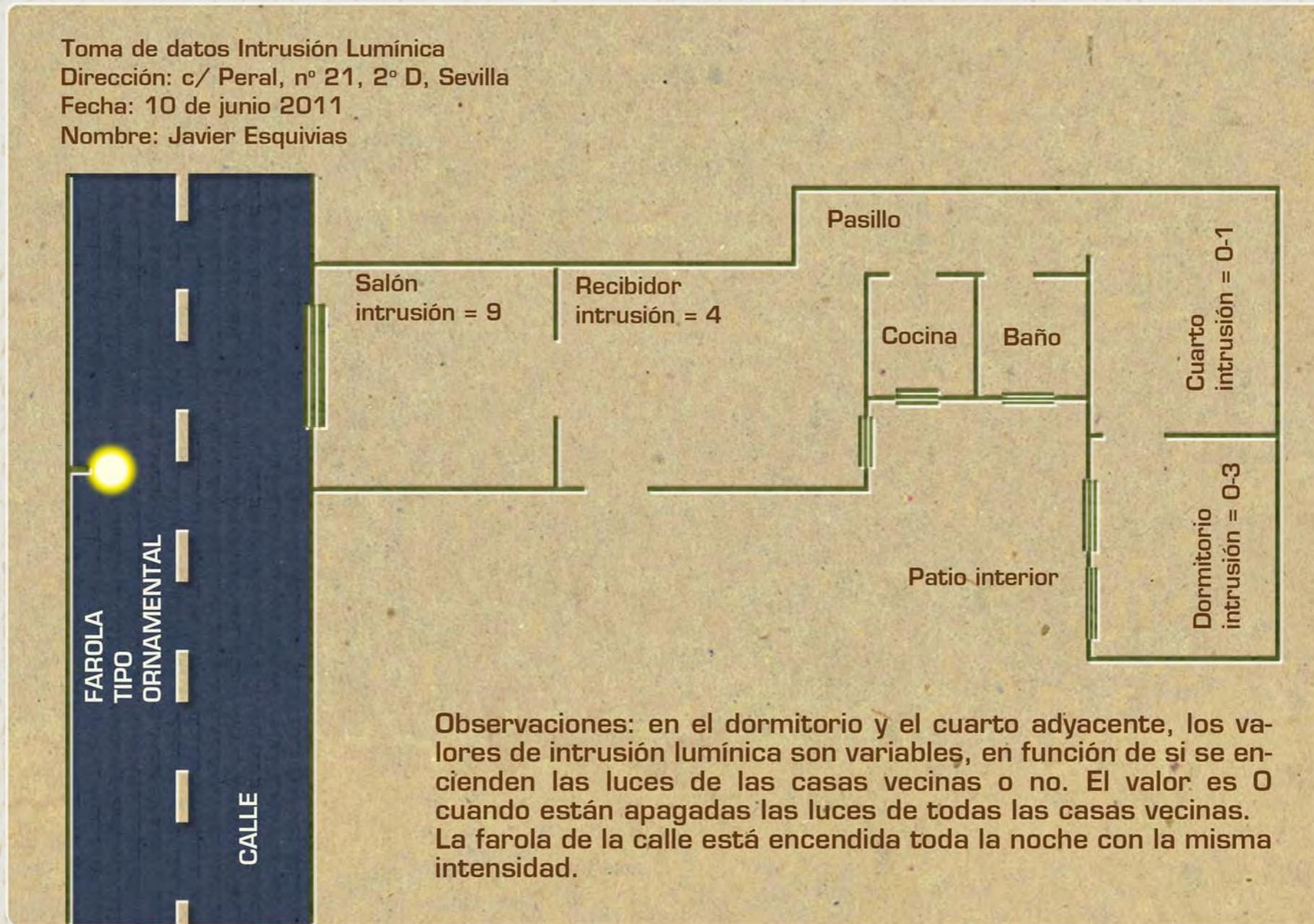


Figura 4.3 Ejemplo de toma de datos de intrusión lumínica.

Para finalizar se deberá proceder a la puesta en común de los resultados ya en clase.

Diferenciar entre víctimas y no víctimas de la intrusión, en función de los resultados obtenidos, haciendo especial hincapié en los resultados obtenidos en los dormitorios.

Este momento se debe aprovechar para explicar los efectos fisiológicos derivados de la intrusión lumínica, destacando el funcionamiento de la glándula pineal o tercer ojo. A continuación debatir sobre posibles soluciones. A modo de ejemplo se proponen algunas.

#### Soluciones en casa:

- Cerrar persianas (con la pérdida de frescor que supone en los meses más calurosos).
- Ubicar los dormitorios en las habitaciones con menor intrusión lumínica.

#### Soluciones fuera de casa:

- Solicitar una modificación de las luminarias.
- Solicitar que disminuya la potencia de las luces públicas que afecten. Habrá que tener en cuenta las limitaciones, y/o potencialidades que pueden tener las soluciones que dependen de la gestión pública.

Y todas las que surjan durante la puesta en común y el debate.

Como último paso se propone que analices con el grupo el propio proceso, analizando colectivamente las siguientes cuestiones:

- ¿Qué ha sucedido con las hipótesis de partida?
- ¿Cómo hemos conseguido corroborarlas o desmentirlas?
- ¿Para qué pensáis que se ha hecho esto?
- ¿Lo consideraréis útil?
- ¿Qué ventajas le veis a esta manera de conseguir información?

Aprovechando este momento para aclarar ideas sobre el método científico.

### RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Sería interesante que en el mapa o esquema de la casa incluyan ventanas y las luminarias o focos de luz externos a la casa, para apuntar el valor obtenido con el intrusímetro en cada estancia. En el propio mapa se puede dejar un espacio para anotar observaciones.

Cuando la fuente de luz intrusa no sea constante, por ejemplo la procedente de ventanas de casas vecinas, o de establecimientos que no permanezcan toda la noche abiertos como bares o discotecas, se pueden anotar varios valores, correspondientes a las diferentes situaciones de iluminación.

Para las puestas en común y los debates te sugerimos que antes de comenzar establezcas las reglas del juego:

- Todas las respuestas son válidas en principio.
- Hablaremos ordenadamente y escuchando lo que los demás tienen que aportar.

De esta forma podemos contribuir a que todos y todas participen en la actividad.

#### **MATERIALES:**

Intrusímetro que se encuentra en el Banco de recursos act. 1.2.

Ejemplo de toma de datos que se encuentra en el Banco de recursos act. 1.2.

Papel y lápiz.

#### **TEMPORALIZACIÓN:**

Se precisan aproximadamente dos horas de trabajo en clase, y trabajo en casa.

1 sesión de 1 hora. Presentación, explicación del proceso y reparto de copias del intrusímetro.

Elaboración de planos de la casa y mediciones nocturnas de manera individual.

1 sesión de 1 hora. Análisis de resultados, exposición de los efectos fisiológicos de la intrusión lumínica y debate

#### **EVALUACIÓN:**

Para evaluar la actividad conviene fijarse en el grado de participación, las mediciones realizadas, las aportaciones que haga el grupo tanto a nivel individual, como en las reflexiones grupales y el interés demostrado. El debate también te servirá para analizar los resultados obtenidos.

Deberás prestar especial atención a los resultados obtenidos en las mediciones, y a las aportaciones en el debate sobre soluciones, comprobando si se asimilan conceptos como intrusión lumínica o el efecto de esta sobre la glándula pineal.

Y por supuesto a las aportaciones realizadas en la última fase en el análisis del método científico para comprobar si se asimilan los procedimientos a seguir, utilidad, limitaciones y potencialidades, etc.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado individualmente, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.

ACTIVIDAD N°: 1.3.  
TÍTULO: CA.CO.PRO.SO.TEM.PER

En el análisis de los procesos socioambientales frecuentemente se recurre a análisis reduccionistas y simplificados. Generalmente se analiza la fase final de los procesos, es decir las consecuencias. Y las consecuencias referidas exclusivamente a un aspecto. En el caso de la Contaminación Lumínica se hablaría exclusivamente de la pérdida de cielos estrellados. Pero evidentemente este es un análisis incompleto. Si realmente se buscan soluciones integrales, el análisis de los procesos debe ser lo más complejo-completo posible.

El CACOPROSOTEMPER es una herramienta didáctica diseñada para el estudio complejo de los fenómenos socioambientales. Es un mapa conceptual-visual sobre la problemática a tratar, en este caso la Contaminación Lumínica. En él se visibilizan diferentes aspectos relacionados con el proceso objeto de estudio, en este caso la Contaminación Lumínica. También aporta información sobre las ideas previas que el alumnado tiene sobre el tema.



**OBJETIVOS:**

Detectar las ideas previas que el alumnado tiene sobre el tema.

Introducir el concepto de Contaminación Lumínica. Facilitar una herramienta de análisis complejo de los fenómenos.

Trabajar en grupo sobre el concepto de Contaminación Lumínica, iniciando el análisis de los siguientes aspectos:

CAusas.

COncuencias.

PROblemática Asociada.

TEMporalización del problema.

PERsonas y otros seres vivos del Planeta a las que afecta, y como las afecta.

SOLuciones posibles.

(Encontrarás información al respecto en el Capítulo 1 del dossier: “descripción del fenómeno”. Principalmente en el bloque 1.3, aunque se podrá profundizar mucho más en cada uno de los apartados en los capítulos siguientes).

## CONTENIDOS:

Contaminación Lumínica.  
Consecuencias.  
Problemática Asociada.  
Temporalización del problema.  
Personas, otros seres vivos del Planeta a los que afecta, y cómo les afecta.  
Soluciones posibles.

Herramientas de análisis complejo.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, cap 1: "Descripción del fenómeno".



## DESARROLLO:

Para presentar la actividad conviene lanzar las siguientes cuestiones:

¿Qué sabemos sobre Contaminación Lumínica?

¿Qué la provoca?

¿Cuáles son las consecuencias de la Contaminación Lumínica?

¿Afecta solo a los cielos estrellados?

¿Afecta a las personas?

¿Creéis que puede afectar a otros seres vivos?

¿La Contaminación Lumínica se ha dado siempre?

¿Habría Contaminación Lumínica en la Edad Media?

Y todas las que se consideren oportunas.

El objetivo de esta batería de preguntas es provocar reflexión al respecto. En esta fase no es necesario generar debates. La respuesta a estas preguntas la plasmarán en el CACOPROSOTEMPER. Para desarrollar correctamente esta herramienta de análisis conviene que se sigan los siguientes pasos.



En primer lugar definiremos el propio fenómeno.

Para ello se formarán 5 grupos. Cada grupo recibirá una definición de Contaminación Lumínica emitida por una organización diferente:

La Contaminación Lumínica es la emisión de flujo luminoso, por fuentes artificiales de luz constituyentes del alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales inadecuados para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada”.

**Ley de Calidad del Cielo y Eficiencia Energética de Andalucía.**

La Contaminación Lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación. El mal apantallamiento de la iluminación de exteriores envía la luz de forma directa hacia el cielo en vez de ser utilizada para iluminar el suelo.

**Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).**

Se entiende por Contaminación Lumínica la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones y/o rangos espectrales donde no es necesario para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.

**Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona.**

Llamamos Contaminación Lumínica al brillo del cielo nocturno producido por la difusión de la luz artificial.

**Colectivo Cel Fosc.**

Emisión de flujo luminoso por fuentes artificiales de luz constituyentes de alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.

**Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía.**

Cada grupo deberá analizar la definición, conviene que la profesora o profesor esté pendiente aclarando por grupos los conceptos técnicos con mayor dificultad. A continuación se procederá a la puesta en común, en la que se deberán analizar:

- ★ Puntos en común.
- ★ Puntos diferentes.

Cada grupo deberá elaborar una definición del fenómeno, y es importante que lo hagan con sus propias palabras.

En el siguiente paso grupo recibirá un folio tamaño A3, o un cartel a reutilizar por detrás.

2º Usando como modelo el esquema que se aporta cada grupo deberá elaborar su propio CACORPOSOTEMPER.

Se deberán trabajar cada uno de los apartados, y posteriormente completar el CACOPROSOTEMPER incluyendo de manera escrita los resultados obtenidos en los apartados correspondientes.

En el apartado central deberán anotar la definición que han construido sobre Contaminación Lumínica con sus propias palabras.

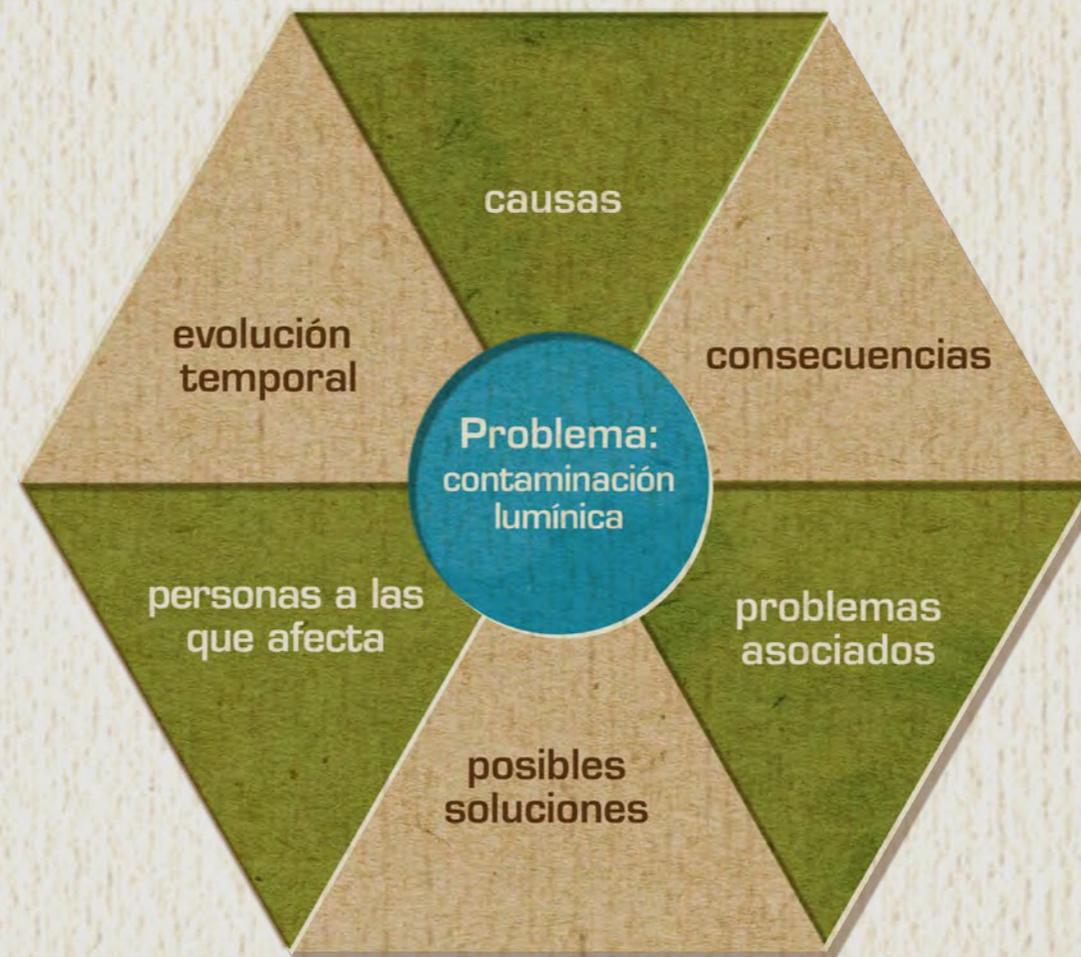


Figura 4.4 CACOPROSOTEMPER.



Los demás apartados serán:

- ★ **CAusas:** principales fenómenos, procesos o comportamientos que provocan la Contaminación Lumínica.
- ★ **COsecuencias:** Diferentes consecuencias derivadas del fenómeno de manera directa.
- ★ **PROblemática Asociada:** Con qué otros aspectos de la crisis ambiental está relacionado (por ejemplo Cambio Climático, consumo de recursos, pérdida de hábitats, etc). Estos efectos no se perciben de manera directa pero se conoce la implicación de la Contaminación Lumínica en ellos.
- ★ **TEMporalización del problema.** Evolución histórica del problema, si se ha dado siempre, o si por el contrario hay un momento a partir del cual aparece y como ha seguido evolucionando.
- ★ **PERsonas y otros seres vivos del Planeta a las que afecta, y cómo las afecta.**
- ★ **SOLuciones posibles.**

Para finalizar con la actividad se procede a una puesta en común y debate dirigido.

Conviene que se vaya realizando una puesta en común de los diferentes apartados, comenzando por la descripción del fenómeno.

Es conveniente aprovechar este momento para deconstruir conceptos erróneos e ir aportando información.

Esta actividad se complementa con las ofrecidas en el resto de los bloques de actividades.

## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Si se van a desarrollar más actividades relacionadas con la Contaminación Lumínica, es recomendable que los CACOPROSOTEMPER se queden en clase, para que puedan ir siendo completados y modificados por los grupos creadores.

En la Unidad Didáctica se ofrecen numerosas actividades para seguir profundizando en cada uno de los diferentes apartados.

Es preciso dejar claro que esto no es más que una representación de la realidad. Frecuentemente sucede que los compartimentos se solapan entre sí compartiendo diferentes elementos (siendo incluso deseable).

La elaboración de un nuevo CACOPROSOTEMPER al finalizar el trabajo en clase sobre Contaminación Lumínica, y su comparación con este inicial, puede servir como un buen indicador sobre los conocimientos adquiridos.



## MATERIALES:

Definiciones de Contaminación Lumínica de las diferentes organizaciones. Banco de recursos act. 1.3.

Esquema del CACOPROSOTEMPER. Se encuentra en el Banco de recursos act. 1.3.

Folios, o cartulinas A3, o a ser posible carteles a reutilizar por detrás.

## TEMPORALIZACIÓN:

Se necesitan aproximadamente tres sesiones:

Una sesión de una hora para la presentación y construcción de la definición de Contaminación Lumínica.

Una hora para el resto de los apartados.

Una hora para la puesta en común. Siempre teniendo en cuenta la profundidad en se vayan a tratar los temas.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar los resultados obtenidos con la actividad conviene fijarse en las aportaciones que incorporan los grupos de alumnas y alumnos en cada uno de los apartados. De esta manera se podrá detectar las ideas previas que tienen sobre el tema.

En los debates generados para cada apartado se puede comprobar si se van asimilando los diferentes contenidos propuestos, a la vez que se van detectando las ideas previas que se tienen sobre los diferentes aspectos.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de generar información y conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.



## ACTIVIDADES BLOQUE 2. Evolución temporal.

2.1 Lumimaratón.

2.2 Descubro y cuento sobre las estrellas.

2.3 El cielo de nuestras abuelas y abuelos.

ACTIVIDAD N°:2.1.  
TÍTULO: El Lumimaratón.

Una vez caracterizado el fenómeno proponemos comenzar a profundizar sobre el tema. Para conocer y comprender cualquier fenómeno es preciso hacer un esfuerzo para conocer el proceso histórico por el cual hemos llegado a la situación actual. El interés y conocimiento de las estrellas es algo casi inherente a las personas, sin embargo la Contaminación Lumínica es un fenómeno bastante reciente.

Esta actividad se presenta como un concurso de preguntas y respuestas para detectar las ideas previas que el alumnado tiene sobre la evolución histórica de la Contaminación Lumínica, e introducir diferentes aspectos relacionados con las estrellas y las personas, así como la evolución temporal de la Contaminación Lumínica.

### OBJETIVOS:

Detectar las ideas previas del alumnado acerca de la relación de las personas con las estrellas a lo largo de la historia.

Introducir algunos aspectos vinculados con la relación de las personas con las estrellas a lo largo de la historia.

Introducir la evolución histórica del problema de la Contaminación Lumínica.

### CONTENIDOS:

Historia de la Contaminación Lumínica.

Luz natural y luz artificial, relación sociocultural. Diferentes cosmovisiones asociadas a las estrellas.

Evolución de la comprensión del cielo estrellado en diferentes culturas a lo largo de la historia.

La situación del cielo estrellado hoy.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 2: “Evolución temporal”.



## DESARROLLO:

Es recomendable que antes de comenzar tengas en cuenta las siguientes sugerencias:

- Te proponemos que hagas cuatro grupos.
- Cada grupo se deberá poner un nombre y nombrar a una persona como portavoz.
- Cada grupo tendrá un tiempo concreto (el que estimes necesario) para reflexionar sobre la pregunta y consensuar la respuesta.
- Cada persona portavoz responderá ordenadamente cuando haya finalizado el tiempo para reflexionar conjuntamente, y deberá transmitir la respuesta a la que haya llegado el grupo por consenso.
- Las respuestas a las preguntas de verdadero o falso deberán ser razonadas.
- Es importante escuchar todas las respuestas, (sin valorar o corregir sino pidiendo aclaraciones cuando sea necesario para ayudar a que se comprenda la idea expuesta).

La actividad consiste en ir contestando a una serie de preguntas relacionadas con el tema. Cada respuesta válida sumará 100 puntos para el equipo que acierte. La última propuesta será la creación de alguna historia asociada a alguna constelación, de puntuación libre, de manera que la puedes usar para igualar la puntuación de todos los grupos.

Las preguntas que te proponemos son:

**1. ¿Cuándo y para qué creéis que las personas comenzaron a interesarse por el conocimiento de las estrellas?**

Hace 10.000 años, con el comienzo de la agricultura, las personas empezaron a mirar el cielo en busca de indicios que les permitieran predecir de alguna manera los mejores momentos para sembrar la tierra y recoger sus frutos, celebrar sus rituales y orientarse en sus viajes.

(Más información en el dossier complementario Capítulo 2. Punto 2.1. El cielo estrellado en la antigüedad. Cosmovisiones asociadas a las estrellas)



## **2. Seleccionad alguna cultura que propusiera alguna teoría relacionada con las estrellas, el Sol, la Luna o el origen del Universo, y explicadla.**

Observando los movimientos del Sol, la Luna y las estrellas, y sus variaciones cíclicas, hace más de 5.000 años, en la antigua civilización sumeria crearon oficialmente la Astronomía. La región de Sumeria formaba la parte sur de la antigua Mesopotamia en el Oriente Medio. El objetivo que perseguían era conocer los deseos y sentimientos de los dioses y diosas de su mitología. Su concepción del Universo se basaba en la idea del paso de un sistema caótico a otro ordenado. En el principio todo era caos, representado por una diosa primordial de nombre Tiamat, que representaba un mar oscuro y destructor, hasta que fue derrotada por el dios del cielo Aun, que creó el Universo con su cuerpo vencido, y como premio se le otorgó la supremacía sobre el resto de divinidades, el dios de la Tierra Enlil, Ea el dios del agua dulce, Sin el dios de la Luna, Shamash el dios del Sol e Ishtar diosa del planeta Venus. (22)

(Más información en el dossier complementario Capítulo 2. Punto 2.1. El cielo estrellado en la antigüedad. Cosmovisiones asociadas a las estrellas)

## **3. Nombrad alguna persona astronoma que propusiera alguna teoría relacionada con las estrellas o el origen del Universo, y explicadla.**

Entre Aristóteles y Ptolomeo crearon la teoría geocéntrica, para explicar las observaciones de los movimientos de los planetas apoyándose en el concepto del círculo como forma geométrica perfecta. Se basa en la idea de que la Tierra es el centro del Universo, sobre

la que giran los planetas en círculos epiciclos: para explicar las observaciones, que mostraban a diferentes planetas cambiando de sentido en sus desplazamientos por el firmamento, se creó la teoría de los círculos epiciclos, según la cual los planetas giraban en torno a la Tierra, y al mismo tiempo realizaban orbitas circulares sobre su propio desplazamiento, los llamados círculos epiciclos.

De esta manera se explicaban la mayor parte de las observaciones, aunque no todas, y a medida que se añadían nuevas observaciones, el modelo se complicaba paulatinamente para intentar explicarlas sin llegar a conseguirlo del todo.

Fátima de Madrid vivió en el Siglo X, fue hija del también astrónomo y polígrafo Abul Qasim Maslama ibn Ahmad al-Mayrity, u “hombre de Madrid”. Fátima vivió entre los siglos X y XI durante la época del califato de Córdoba. Entre su obra se destacan “Las correcciones de Fátima”, en las que probablemente plasmó las ediciones y correcciones de las Tablas Astronómicas de al-Khwarizmi, tras los respectivos ajustes al meridiano de Córdoba, donde el referente para los cálculos realizados era la capital del califato, o “el Centro del mundo”. Calendarios, cálculos de las posiciones del Sol, la Luna, los planetas, tablas de senos y tangentes, astronomía esférica, tablas astrológicas, cálculos de paralaje, eclipses y visibilidad de la Luna fueron otros grandes aportes que entre Fátima y su padre aportaron a los fundamentos de la astronomía en España.

(Más información en el dossier complementario Capítulo 2. Punto 2.1. El cielo estrellado en la antigüedad. Cosmovisiones asociadas a las estrellas)

#### 4. ¿Para qué más creéis que se han usado las estrellas?

Las estrellas son la base del calendario anual y los meses. También se usaban a modo de brújula estelar.

(Más información en el dossier complementario Capítulo 2. Puntos 2.2.1 Las estrellas marcaban el calendario y 2.2.2. Una brújula estrellada)

#### 5. Nombrad cuatro constelaciones diferentes y contad si las habéis visto.

#### 6. ¿Dónde y cuándo se alumbró con bombillas una calle por primera vez?

Nueva York, año 1879. **(13)**

(Más información en el dossier complementario Capítulo 2. Punto 2.3. ¿Qué nos cuentan hoy en día las estrellas?)

#### 7. ¿Antes de este año (1879), habría Contaminación Lumínica?

(Más información en el dossier complementario Capítulo 2. Punto 2.3. ¿Qué nos cuentan hoy en día las estrellas?)

#### 8. ¿Qué os sugiere este dato?

En el año 1994 un gran apagón dejó a oscuras la ciudad de Los Angeles (California, USA) y cientos de personas llamaron alarmadas al teléfono de emergencias por la aparición en el cielo de una “gigantesca nube plateada”. Era la primera vez en su vida que podían ver la Vía Láctea. **(13)**

#### 9. Seleccionad una constelación y cread una historia que explique su formación.

### RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Es recomendable no favorecer la competitividad, para ello está la última propuesta.

Es recomendable que vayáis aportando la información pertinente tras cada puesta en común. Esta información la encontraréis en el Capítulo 2 del dossier complementario.

Tras cada pregunta se plantea un resumen de la posible respuesta que podrás ampliar en el Capítulo 2.

Volver a plantear algunas de las preguntas que ya han sido contestadas puede servir como método de recordatorio y evaluación sobre la asimilación de los diferentes contenidos.

#### MATERIALES:

Batería de preguntas.



## TEMPORALIZACIÓN:

Se necesitará una sesión de una hora, aunque dependerá del grado de profundidad en que quieras trabajar los diferentes temas.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar el lumimarató es importante analizar las respuestas obtenidas, y la participación a lo largo de la actividad.

Esta actividad sirve tanto para evaluar los conocimientos previos sobre el tema, como para introducir las diferentes temáticas.

Si se vuelven a intercalar preguntas ya respondidas se podrá ir verificando el grado de asimilación de los diferentes contenidos.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.

## ACTIVIDAD N°: 2.2

TÍTULO: Descubro y cuento sobre las estrellas.

Las estrellas han estado asociadas a la manera de interpretar la realidad de numerosas culturas desde la antigüedad. El conocimiento sobre las estrellas ha estado asociado a numerosos fenómenos místicos, y no tan místicos. Hoy en día parece que todo este conocimiento se está perdiendo.

Esta actividad plantea una investigación haciendo uso de las nuevas tecnologías sobre el papel que ha jugado el conocimiento de las estrellas y del cosmos en diferentes culturas.

## OBJETIVOS:

Investigar y conocer el papel que ha jugado el conocimiento de las estrellas para diferentes culturas.

Investigar y recopilar información haciendo uso de buscadores de Internet.

Fomentar el análisis de contenidos, y organizar la información estructurada para compartirla con el resto.



## CONTENIDOS:

Importancia de las estrellas para las diferentes culturas.

Evolución histórica de la relación personas-relevancia de los cielos estrellados.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 2. "Evolución temporal del fenómeno".

## DESARROLLO:

En primer lugar se deberán constituir cinco grupos de investigación. Cada uno investigará sobre una cultura. Deberán buscar información sobre:

- ¿Qué relación tenían o tienen con las estrellas?
- ¿Cómo pensaban o piensan que funcionaba el Universo?
- ¿Para qué usaban o usan la observación de estrellas?

Uno de los grupos deberá desarrollar este análisis sobre la época actual.

Los otros cuatro los podrás decidir en función de tus intereses. Aunque se incorporan algunas recomendaciones en base al curriculum:

1º ESO:

- ★ Culturas prehistóricas.
- ★ Grecia.
- ★ Roma.
- ★ Visigodos.
- ★ Actualidad.

2ª ESO:

- ★ Islám.
- ★ Europa medieval.
- ★ Alguna cultura precolombina, por ejemplo Aztecas o Méxicas.
- ★ Actualidad.

Con 3º y 4º de ESO las culturas la podrá seleccionar el profesorado o los diferentes grupos de alumnas y alumnos constituidos.

Con la información que generen deberán desarrollar una presentación que expondrán al resto del grupo.



Para finalizar tras la puesta en común, se plantea una reflexión colectiva acerca de:

Evolución del conocimiento sobre los cielos estrellados. ¿ha cambiado a lo largo de la historia?

¿Qué uso se le ha dado al conocimiento sobre el cielo estrellado a lo largo de la historia?

¿Se le da ahora la misma importancia?

En el lugar donde vivimos, ¿Se consulta el cielo para plantar las semillas, o recoger las cosechas?

¿Para qué miramos los cielos estrellados hoy en día?

¿Por qué pensáis que esto sucede?

Conviene aprovechar las intervenciones para afianzar contenidos.

## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Es muy importante hacer notar la evolución histórica y las modificaciones de la cosmovisión asociada a la observación de las estrellas.

Se puede plantear que las presentaciones las desarrollen de manera creativa, con collages, presentaciones en power point, etc.

## MATERIALES:

Para el desarrollo de esta actividad en clase serán necesarios ordenadores con conexión a Internet.

Si no, se puede plantear como ejercicio a desarrollar en casa, consultando Internet, enciclopedias, visitando bibliotecas, etc.

## TEMPORALIZACIÓN:

Se necesitarán entre tres y cuatro sesiones de una hora:

Media hora para plantear la actividad. Dos horas para la búsqueda de información y estructuración de la misma para exponerla al resto de la clase. Una hora más para la puesta en común.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar esta actividad es importante fijarse en la información generada y expuesta al resto. Habrá que tenerse en cuenta aspectos tales como si se ha organizado correctamente la información, si se ha elaborado un mensaje complejo, la manera de comunicarlo, el grado de entendimiento por parte del resto de los grupos de trabajo, etc.

La información dada de cada cultura también será un buen indicador para valorar la consecución de los objetivos.

La participación y aportaciones en la fase final de puesta en común y debate darán información acerca del grado de consecución de objetivos y de asimilación de contenidos prestando especial interés a la percepción en cuanto a la evolución histórica del fenómeno.



## ACTIVIDAD N°: 2.3.

TÍTULO: El cielo de nuestras abuelas y abuelos.

Muchas de nuestras alumnas y alumnos han crecido con un cielo en el que es difícil ver las estrellas. Esto seguramente esté provocando la normalización de este fenómeno. Pero a poco que hablamos con personas de más edad, criadas en épocas en que la Contaminación Lumínica era apenas incipiente, podemos comprender que es un fenómeno reciente.

En esta actividad se propone una investigación cualitativa en base a entrevistas, usando a las personas mayores que rodean al alumnado como sujetos de estudio.

## OBJETIVOS:

- Favorecer el contacto intergeneracional.
- Recuperar conocimientos que se están perdiendo por falta de uso.
- Relacionar el conocimiento tradicional de abuelas y abuelos con la astronomía actual.
- Poner en valor el conocimiento popular como herramienta de sabiduría práctica y valor científico de la experiencia.
- Relacionar la pérdida de posibilidad de observar las mismas constelaciones que las generaciones anteriores con la Contaminación Lumínica.
- Visibilizar la evolución temporal del fenómeno de Contaminación Lumínica.

## CONTENIDOS:

Constelaciones y cuerpos celestes observados por las generaciones anteriores.

Constelaciones y cuerpos celestes que no se observan en la actualidad.

Nombres populares de cuerpos celestes y constelaciones.

Dichos, canciones y refranes populares relacionados con las constelaciones y cuerpos celestes.

Relación entre Contaminación Lumínica y pérdida de posibilidad en la observación de constelaciones.

La información necesaria para profundizar al respecto aparece en el dossier complementario Capítulo 2: "Evolución temporal"



## DESARROLLO:

Para esta actividad se plantea una investigación individual y puesta en común.

El alumnado deberá entrevistar a su abuela, abuelo o a cualquier persona mayor, preguntando acerca de constelaciones y estrellas que conocieran en su juventud, usando la siguiente ficha de entrevista:



## EL CIELO DE NUESTRAS ABUELAS Y ABUELOS

**Nombre de la persona que recoge datos:**

**EDAD:**

**Nombre de la persona que proporciona datos:**

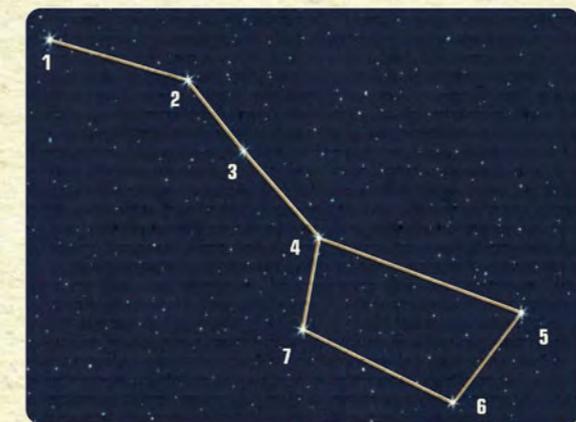
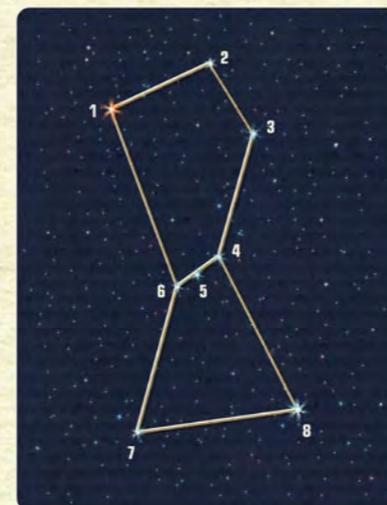
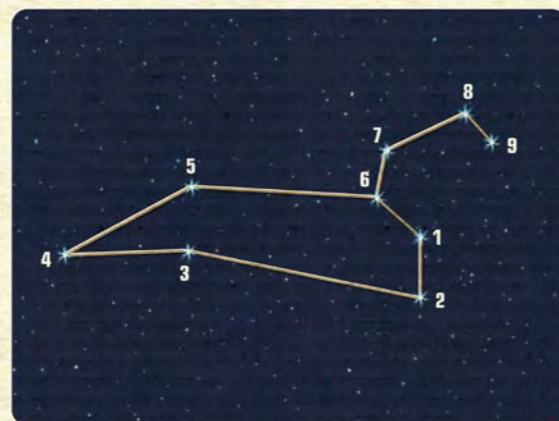
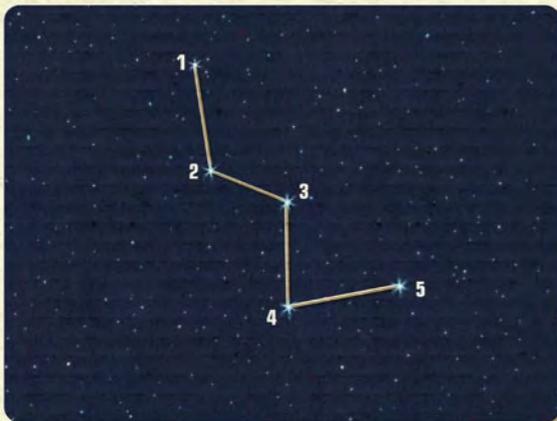
**EDAD:**

**Lugar donde se realiza la investigación:**

**Lugar de procedencia de la persona entrevistada:**

**Nombre de constelaciones o elementos del firmamento que recuerda (anótalas):**

**Reconoce las siguientes constelaciones:**



Deberán completar las fichas con las respuestas aportadas por las personas entrevistadas.

En la misma ficha aparece una serie de constelaciones, deberán mostrársela a la persona entrevistada y que la nombren si la conocen. Los nombres deberán ser anotados.

El siguiente paso será que desde su puerta o ventana, y de noche, intenten reconocer las constelaciones que conocían las abuelas o abuelos.

Ya en clase se procede a la puesta en común aportando los diferentes nombres que han dado de las diferentes constelaciones, o cualquier información relevante que hayan recogido al respecto.

Para finalizar indicarán cuantas de las constelaciones nombradas por abuelas y abuelos han podido localizar desde su casa, y reflexionar conjuntamente sobre las respuestas obtenidas. Para el debate final se recomiendan las siguientes cuestiones:

¿Se ven las mismas constelaciones ahora que en tiempo de nuestras abuelas y abuelos?  
¿Por qué?  
¿Viven en el mismo sitio?  
¿Y de la misma manera?  
¿Qué ha cambiado para que el cielo se vea de manera diferente?  
Y todas aquellas que se consideren oportunas.

## RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:

Se pueden recopilar los nombres vernáculos y dichos populares relacionados con las constelaciones en la localidad, ampliando la encuesta a tantas personas como se considere interesante, y elaborar una publicación virtual o en papel.

Es preciso relacionar la pérdida de la posibilidad de ver las constelaciones de nuestras abuelas y abuelos con la Contaminación Lumínica, y hacer notar que éste es un fenómeno relativamente reciente, y asociado al modo de vida actual y de la mitad del último siglo.

## MATERIALES:

Ficha de Modelo de entrevista de “El cielo de nuestras abuelas y abuelos”.  
Banco de recursos act. 2.3.



## TEMPORALIZACIÓN:

Aproximadamente una hora y media de trabajo en clase más el trabajo en casa.

La presentación no tiene por qué necesitar más de quince minutos. Tras el trabajo en casa, se necesitará al menos una hora para proceder a la puesta en común y conclusiones.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar esta actividad será preciso fijarse en los resultados obtenidos en las investigaciones con las personas mayores, y en las reflexiones finales.

Si se han desarrollado actividades anteriores sobre Contaminación Lumínica servirá para analizar si se van cumpliendo objetivos y asimilando contenidos.

Las respuestas finales a las propuestas de reflexión darán información sobre el grado de asimilación del concepto de Contaminación Lumínica, y la relación entre este fenómeno y la incapacidad creciente de observar constelaciones.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha recogido y procesado la información, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados



## ACTIVIDADES BLOQUE 3. Causas. ¿Qué uso hacemos de la energía?

- [3.1 Unidad Móvil de medición de Contaminación Lumínica. La caja de lux.](#)
- [3.2 Luces y estrellas desde mi calle.](#)
- [3.3 Cómo nos ven desde la Luna.](#)

### ACTIVIDAD N°: 3.1.

TÍTULO: Caja de Lux (unidad móvil de eficiencia energética y Contaminación Lumínica)

Para analizar las causas del fenómeno de la Contaminación Lumínica es fundamental que adquiramos conocimientos sobre las características básicas de los diferentes sistemas de iluminación y su implicación en el fenómeno. No todos los sistemas de iluminación tienen el mismo espectro de emisión, o la misma eficiencia energética y es importante conocer estas características para analizar su pertinencia en el alumbrado público. El sistema de iluminación pública no es la única fuente del problema, pero es importante conocerlo para proponer su modificación en caso que sea necesario.

Con esta actividad se pretende que los alumnos y alumnas realicen medidas experimentales, y comprueben que la iluminación, la eficiencia energética y la Contaminación Lumínica son elementos estrechamente ligados.

Para cuantificar la eficiencia energética se necesitan un portalámparas o casquillo con toma de corriente en el que se puedan aplicar diferentes lámparas y un luxómetro (aparato que sirve para medir la iluminación real y no subjetiva de un ambiente). Se valorará también la percepción del calor, ya que en los sistemas de iluminación, el calor es electricidad que no se ha convertido a energía lumínica, por lo tanto, es una forma de desaprovechamiento de energía. Es decir, una lámpara que disipe gran cantidad de calor no es una lámpara eficiente (ejemplo que se ve perfectamente en las bombillas convencionales).

Para analizar la Contaminación Lumínica de cada tipo de lámpara se analizará el espectro luminoso. Para medir esto es necesario un espectrofotómetro (aparato que se usa para medir el espectro de luz emitida).

En caso de no disponer de este último aparato, en el apartado de desarrollo se describe como fabricar uno casero con una caja y un cd.



## OBJETIVOS:

Aprender a realizar experimentos relacionados con el objeto de estudio, en este caso la Contaminación Lumínica.

Aprender a utilizar instrumentos de medida para realizar una experiencia práctica sobre Contaminación Lumínica.

Aprender a tomar datos y expresar los resultados de su investigación.

Iniciarse en la interpretación de percepciones individuales como herramienta de investigación.

Aprender a juzgar la eficiencia de elementos comunes de la vida cotidiana.

Iniciarse en la interpretación de datos científicos como herramienta para comprender la realidad de la Contaminación Lumínica.

Conocer empíricamente los conceptos de eficiencia energética, espectro de emisión y Contaminación Lumínica.

## CONTENIDOS:

Contaminación Lumínica.

Eficiencia energética.

Espectro de emisión.

Interpretación de datos sobre eficiencia energética y Contaminación Lumínica.

Conversión de energía eléctrica en luz y calor.

Gasto energético, utilización de recursos y Cambio Climático.

Espectros de emisión y Contaminación Lumínica.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: “Las causas de la Contaminación Lumínica”.



## DESARROLLO:

Durante la actividad las alumnas y alumnos realizarán diferentes medidas para finalmente decidir cuál es el tipo de lámparas que más conviene usar en función tanto del consumo energético, la eficiencia, y la repercusión en los seres vivos.

### Luminosidad

La primera parte de la experiencia consiste en comparar la luminosidad de un juego de lámparas con diferencias en cuanto a su potencia y consumo energético. Los alumnos y alumnas han de comprobar si esta diferencia en vatios se corresponde con diferencias en su luminosidad, midiéndola con un luxómetro. Se puede establecer cuál de ellas sería la más adecuada para obtener una iluminación suficiente con el menor consumo de energía posible.



Se requiere un portalámparas convencional, con el casquillo adecuado para la conexión de diferentes bombillas, que se puede adquirir en una ferretería, así como un juego de lámparas de diferentes tipos, potencias y colores. Se sitúa el luxómetro a una distancia que sea la misma para todas las medidas, por ejemplo a 1 m. Se realizan tres lecturas distintas por cada lámpara para comprobar la fiabilidad del instrumento.

Se calcula la media aritmética de las tres medidas realizadas para cada lámpara, a fin de tener un solo dato por lámpara. Se anotan los resultados en la siguiente tabla:

### Ficha 3. Recogida de datos para Caja de lux.

	Medida 1 (lux)	Medida 2 (lux)	Medida 3 (lux)	Media (lux)
Lámpara 1 (potencia en W)				
Lámpara 2 (potencia en W)				
Lámpara 3 (potencia en W)				
Lámpara 4 (potencia en W)				

Con el dato de la media, los alumnos y alumnas deben escribir el orden de preferencia de las lámparas más adecuadas para iluminar un recinto en función de su relación potencia/iluminancia.

### Calor

En caso de no disponer de luxómetro, se puede realizar una estima subjetiva de la luminosidad de manera paralela a la del calor. En parejas o grupos de tres, se situarán a una distancia que sea la misma para todas las medidas de luminosidad y otra distancia que sea la misma para todas las medidas de calor. Se recomienda que sean unos 30 cm para percibir el calor y 1'5 m para percibir la luminosidad.

Cada pareja o grupo deberá anotar para cada lámpara el grado de calor y luz que perciben. Se les puede orientar diciéndoles que se fijen en si pueden o no mirar la lámpara directamente, si notan más o menos calor, y cualquier percepción subjetiva que se les ocurra en la que se usen varios sentidos.

Las escalas subjetivas de luz y calor irán del 1 al 10. Para el calor, el 1 representa la lámpara que menos calor desprende y el 10 la que más. Para la luminosidad, el 1 será la lámpara que menos ilumina la habitación y 10 la que más.

Escribir el orden de preferencia de las lámparas más adecuadas para iluminar un recinto en función de la relación luminosidad/calor.



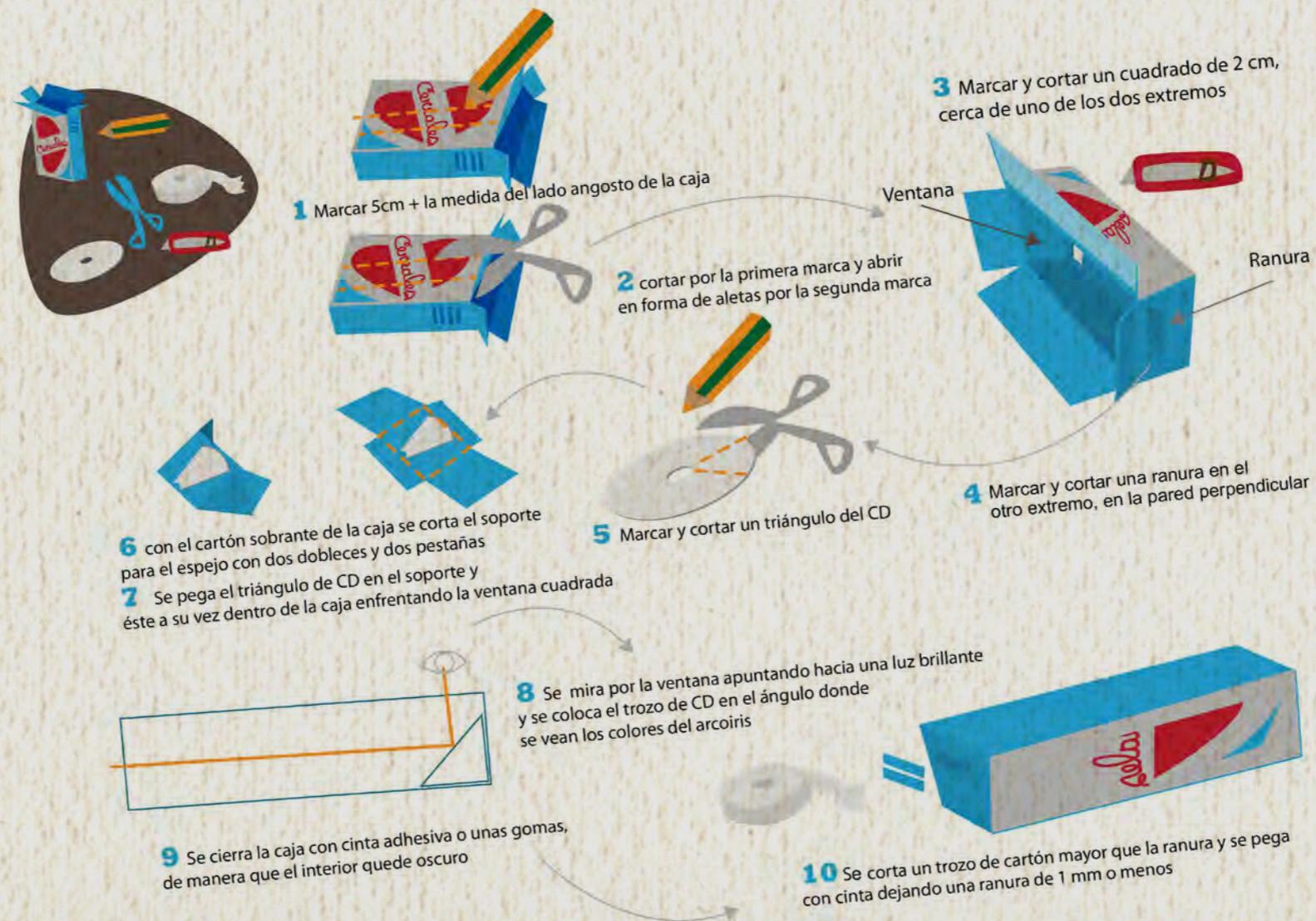
## Espectro de emisión

A continuación se analizará el espectro de emisión de cada tipo de lámpara. Para ello se repite el proceso anterior, pero en vez de medir la intensidad luminosa lo que se analiza es la longitud de onda en la que emite cada lámpara. Se necesita un espectrofotómetro, aparato bastante caro, por lo que si el centro educativo no dispone de uno, se puede fabricar uno casero de manera bastante simple.

## Fabricación de un “medidor casero de espectro de emisión lumínica”.

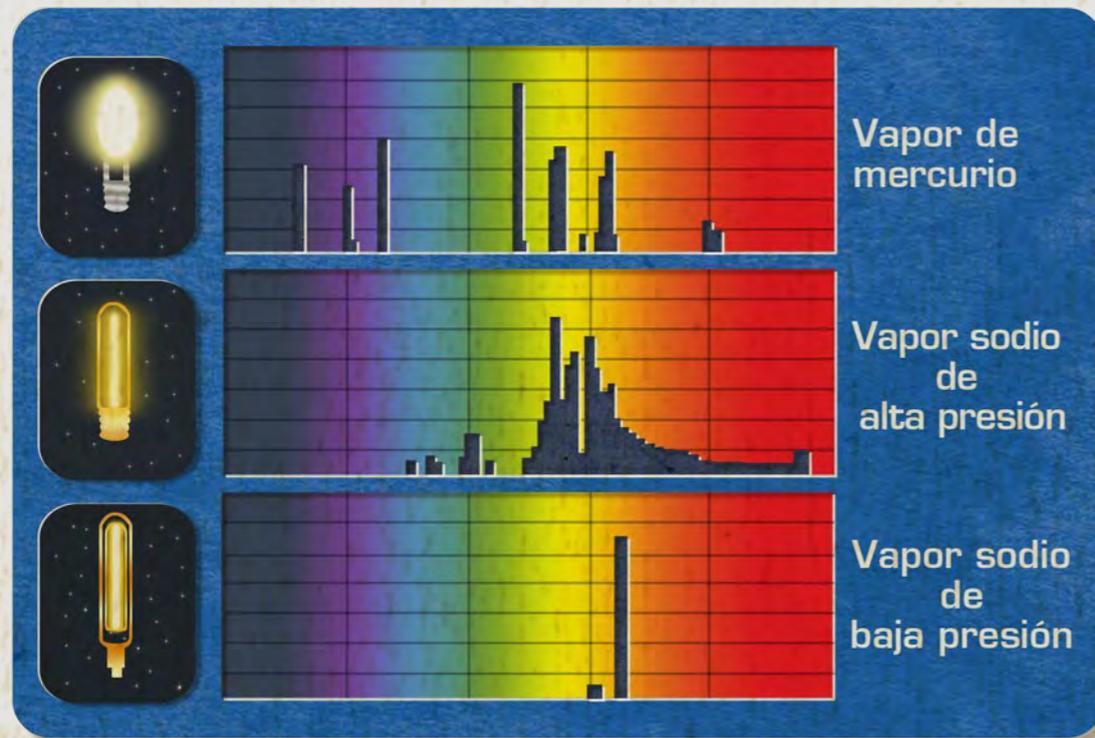
Se necesita tan solo una caja y un cd. Se hace un pequeño agujero a la caja, por donde entrará la luz a analizar. En el lado opuesto se coloca el cd con un ángulo aproximado de  $30^\circ$ , y se realiza una abertura para poder mirar la superficie del cd, donde se podrá observar el espectro.

Figura 4.5 Fabricación de un “medidor casero de espectro de emisión lumínica”.



Mientras más azul sea el espectro, más dañina será la luz para los seres vivos, incluidas las personas.

Figura 4.6 Espectro de emisión de diferentes modelos de lámparas. (Elaboración a partir de la “Guía práctica de iluminación de exteriores”. Oficina de protección de la calidad del cielo de Chile y Canarias.



Para finalizar se propone concluir de manera colectiva en la selección de la lámpara que elegir en función de su consumo y de sus efectos sobre las personas y los ecosistemas, y combinando los datos de eficiencia y espectro de emisión.

Se recomienda favorecer un debate en el que el alumnado exponga las causas de su selección.

## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Es preciso que al iniciar cada una de las mediciones se expliquen los conceptos asociados, luminosidad, eficiencia energética, espectro de emisión, etc.

Lo ideal es disponer del mismo tipo de lámparas que se usan en el alumbrado público. Si no es posible conseguir las, se puede realizar con otro tipo de lámparas diferentes, como son las bombillas domésticas.

Hay que tener cuidado de no quemarse con las lámparas encendidas, evitar los calambrazos y la rotura del material.

La misma experiencia se puede repetir, pero después de haber tenido las luces encendidas durante un periodo largo de tiempo, por ejemplo 24 horas o una semana, ya que con el tiempo de uso van perdiendo eficacia e iluminan menos con el mismo consumo de energía.

Se puede observar si hay relación entre el color de la luz y la capacidad de alumbrar de las luminarias públicas, y conectar así este experimento con la actividad “luces y estrellas desde mi calle”.

El luxómetro no se puede fabricar artesanalmente. En caso de que el centro educativo no disponga de uno, se puede encontrar en tiendas online desde un precio de 35 €.



## MATERIALES:

Tabla de la caja de lux. Banco de recursos, act. 3.1.  
Portalámparas con casquillo tipo bayoneta.  
Toma de corriente.  
Luxómetro.  
Espectrofotómetro o en su defecto el medidor casero de espectro de emisión lumínica.  
Lámparas o bombillas.  
Aula que pueda quedarse a oscuras.

## TEMPORALIZACIÓN:

Para el desarrollo de la actividad se precisan dos horas aproximadamente:

Se recomienda que sea el profesor o la profesora quien realice la construcción del portalámparas. Se calcula que puede tardar una hora.

Para la realización de las medidas, se aconseja que sean grupos de no más de cinco alumnos y alumnas. Se estima que cada grupo puedan tardar una hora en total en medir la iluminancia y el espectro de todas las lámparas. Puede variar en función del tamaño del grupo y del número de lámparas a analizar. La puesta en común necesitará otra hora más.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar la actividad es interesante valorar la participación del grupo, y las observaciones realizadas.

Además, será buen indicativo del desarrollo de la práctica el análisis posterior de la relación entre eficiencia energética y el espectro de emisión de las lámparas.

Los razonamientos frente a la selección de lámparas darán información sobre la asimilación de contenidos.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.



## ACTIVIDAD N°: 3.2.

TÍTULO: Luces y estrellas desde mi calle.

La principal fuente de Contaminación Lumínica es el alumbrado público de pueblos y ciudades. Esta actividad consiste en hacer un estudio de las luminarias de la calle donde vive el alumno o la alumna, para que identifiquen diferentes aspectos de la Contaminación Lumínica (intrusión lumínica, deslumbramiento, sobreiluminación y oscurecimiento del cielo nocturno), en función de las características individuales de las luminarias, así como el número de fuentes de luz en la calle, la altura de las luminarias, tipo, distancia entre ellas, etc.

### OBJETIVOS:

Visualizar de manera práctica el fenómeno de la Contaminación Lumínica.

Conocer los diferentes tipos de flujos luminosos.

Manejar técnicas de fotografía para captar la Contaminación Lumínica de manera gráfica.

Utilizar la fotografía como herramienta de análisis científico.

### CONTENIDOS:

Método científico.

Contaminación Lumínica.

Flujo Hemisférico Superior (FHS)

Flujo Deslumbrante (FD)

Flujo Útil (FU)

Técnicas de fotografía.

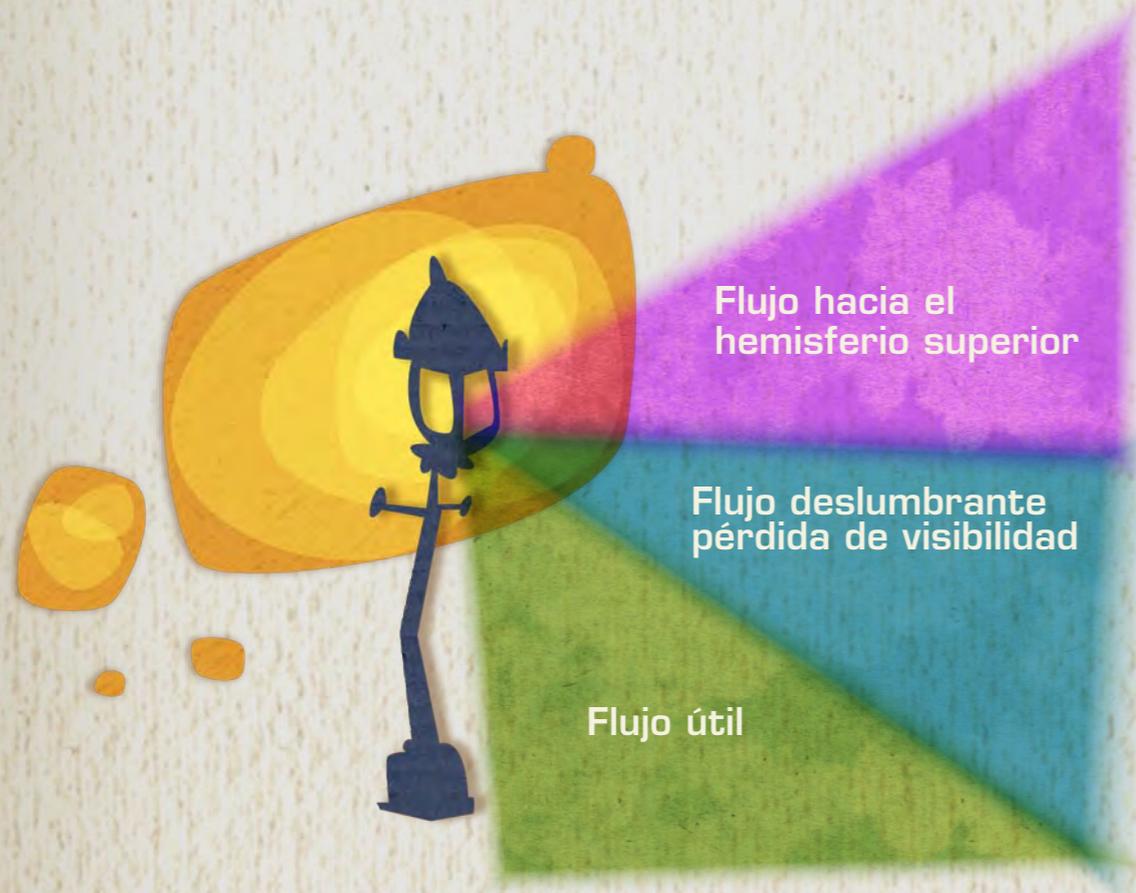
Análisis de datos de campo.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: “Las causas de la Contaminación Lumínica”.

### DESARROLLO:

La actividad comienza con una presentación, o un recuerdo en clase del concepto de Contaminación Lumínica, haciendo hincapié en su principal origen, el alumbrado público nocturno. Se mostrará un esquema de la emisión de luz de una luminaria, diferenciando entre Flujo Hemisférico Superior (FHS), Flujo Deslumbrante (FD) y Flujo Útil (FU), destacando que la única iluminación útil es el FU, mientras que la luz restante se convierte en Contaminación Lumínica. Se considerarán luminarias a todas las fuentes luminosas, incluyendo también los focos de casas particulares, negocios, escaparates,...

Figura 4.7 Tipos de flujo.



A continuación se formarán grupos de trabajo en función del lugar de residencia, para que analicen las luminarias de sus calles. En caso de que haya alumnos o alumnas que vivan en zonas aisladas, podrán realizar la experiencia de manera individual o desplazarse para unirse a otros grupos.

Cada grupo tiene que disponer de al menos una cámara digital.

Tendrán que realizar dos esquemas de la calle:

En uno deberán representar la calle con todos los elementos como si se tratara de una vista aérea.

El otro plano deberá hacer una representación de cómo se vería la calle si estuvieran situados en un punto concreto de la acera. Puede servir como referencia una foto que hagan de la calle.

En ambos planos habrá que ubicar las luminarias y clasificarlas según:

Muy contaminantes.

Contaminantes.

Poco contaminantes.



Figura 4.8 Ejemplo de esquema vista aérea.

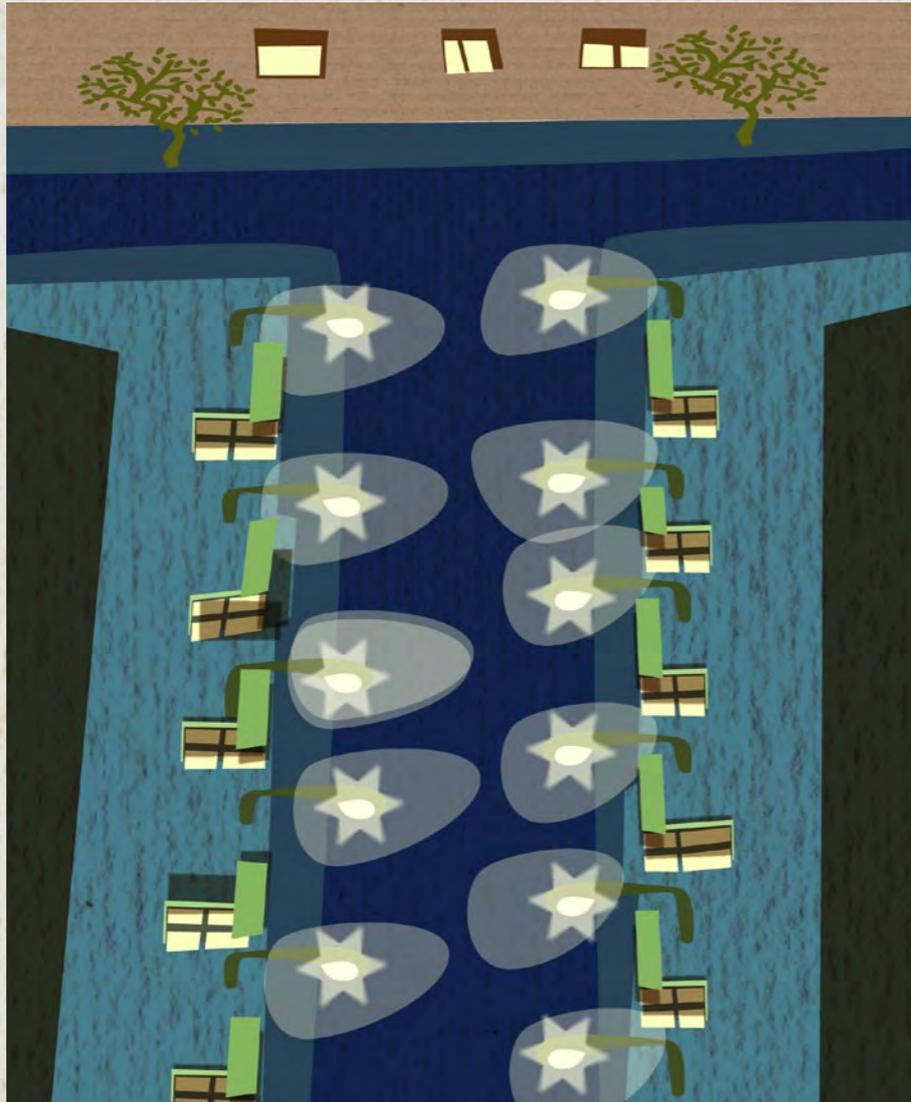


Figura 4.9 Ejemplo de esquema desde la acera.



El siguiente paso es la toma de fotografías nocturnas.

Para ello se recomienda tener en cuenta:

- Quitar el flash.
- Dejar la cámara apoyada en alguna superficie de manera que encuadre la imagen que se quiere fotografiar, pero se pueda quedar fija para evitar las fotos movidas. Un bordillo o una silla servirán. El uso de trípode sería lo óptimo.
- Hacer la foto en automático con temporizador.



Se hará desde la calle y se rellenarán las fichas de campo en los que se recogerán los datos. Se tomará una fotografía y se rellenará una ficha del conjunto de la calle, y una fotografía individual de cada tipo de luminaria. En las fichas se valorará la iluminación general de la calle y el efecto de iluminación sobre el suelo, las paredes de los edificios cercanos, así como las emisiones de flujo hacia el hemisferio superior, en función de los resultados obtenidos en las fotografías.



## ILUMINACIÓN DE LA CALLE

**Calle:**

**Fecha:**

**Hora:**

**Grupo:**

**Tipos de luminarias diferentes:**

**Nº:**

**Colocación de luminarias en la acera:**

**Ambos lados:**

**Un lado:**

**Distancia entre luminarias (en metros):**

**Superficie iluminada:**

**Homogénea**

**Claroscuros**

**Luz hacia el hemisferio superior:**

**Si**

**No**

**Emisión de flujo deslumbrante:**

**Si**

**No**

**Intrusión lumínica en ventanas:**

**Si**

**No**

**Nº estrellas visibles en el carro de la Osa Mayor:**

**0**

**3**

**6**

**7**

**Observaciones:**

**Conclusiones:**

**Tipo de luminaria**

	Color de la luz			Altura	Porcentajes de fluos			Forma carcasa			Contaminación Lumínica							
	blanca	amarilla	naranja		% FHS	% FD	% FU	globo	ornamental	otros	oscurecimiento cielo	intrusión	deslumbramiento	sobreiluminación				
Lum.1											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.2											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.3											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.4											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.5											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No

**Observaciones:**

---

**Conclusiones:**

---

Cuando todos los grupos tengan sus imágenes realizadas y sus fichas rellenas, se procederá a la puesta en común y análisis en clase. Para ello, previamente cada grupo trasladará la información de las fichas, a los esquemas de la calle.

Posteriormente cada grupo mostrará sus imágenes al resto de la clase, al menos una general de la calle, y una por cada tipo de luminaria existente, así como los esquemas. Explicarán al resto de la clase las conclusiones referentes a la Contaminación Lumínica a las que han llegado, diferenciando entre: oscurecimiento del cielo nocturno, intrusión lumínica, deslumbramiento y sobreiluminación. Para finalizar, se puede realizar un debate sobre la Contaminación Lumínica en la localidad, sus efectos y sus opiniones al respecto. Se puede proponer que comiencen a aportar posibles soluciones.

## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Si se incluye en la ficha de iluminación de la calle el número de estrellas visibles del carro de la Osa Mayor, la actividad debe de realizarse cuando esta constelación es visible en el cielo al comenzar la noche para no realizar el trabajo muy tarde, en ese caso debe de realizarse en los meses de febrero y marzo entre las 21h y las 22h o en abril y mayo entre las 22h y las 23h (por el cambio de hora).

Si nadie lo pregunta, es interesante llamar la atención sobre el hecho de que en la clasificación de luminarias no hay una opción que sea “no contaminante”. Esto es debido a que todas las luces provocan, ya sea de manera directa (FHS, FD) o indirecta (reflejos sobre las superficies iluminadas), Contaminación Lumínica.

Se recomienda completarla con un conteo de estrellas desde la propia calle, basándose en la metodología de la actividad 1.1. Proyecto IACO, para valorar la Contaminación Lumínica existente y preferiblemente hacer coincidir esta actividad con las campañas de conteo de estrellas de IACO.

Se puede concluir la actividad proponiendo la recopilación de toda la información generada en un único informe, para ser utilizado como herramienta en otras actividades.

Antes de plantearla en clase, es interesante realizarla previamente, para anticiparse a las dudas que puedan surgir al alumnado.

Si fuera posible el acceso a Internet en el centro, esta práctica se puede complementar y afianzar con el ejercicio de iluminación práctica que aparece en la siguiente página web:

<http://www.britastro.org/dark-skies/simulator.html>

En ella los alumnos y alumnas pueden manejar diferentes tipos de farolas para iluminar una carretera, intentando no interferir con los elementos presentes: el cielo nocturno estrellado, una persona que observa el firmamento, una vivienda, etc.

## MATERIALES:

Fichas de recogidas de datos. Iluminación de la calle y tipo de luminaria.

Banco de recursos. Act. 3.2.

Cámara digital.

Metro para medir la distancia entre farolas, o en su defecto, una cuerda en la que se hayan señalado previamente los segmentos equivalentes a metros.

## TEMPORALIZACIÓN:

Para esta actividad se necesitarán aproximadamente 4 sesiones aunque una se usará en la toma de datos por la noche:

1 sesión para plantear la actividad, reparto de material y elaboración de esquemas.

1 hora por la noche para la toma de datos.

1 hora para trasladar la información a los esquemas y conclusiones.

1 hora para la puesta en común de los resultados y debate.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar la actividad conviene fijarse en el grado de participación, las imágenes y esquemas realizados, las aportaciones que haga el grupo tanto a nivel individual, como en las reflexiones grupales y el interés demostrado.

Se debe prestar especial atención a la interpretación que hagan respecto a los aspectos relacionados con la Contaminación Lumínica:

Oscurecimiento del cielo.  
Intrusión.  
Deslumbramiento.  
Sobre iluminación.

Las aportaciones en el debate también servirán para analizar los resultados obtenidos. Se recomienda prestar especial atención a la importancia que le dan a la Contaminación Lumínica como fenómeno, y a las diferentes maneras de manifestarse. Así como a la relación que hagan entre el modelo de alumbrado y los diferentes fenómenos.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.

### ACTIVIDAD N°: 3.3.

TÍTULO: ¿Cómo nos ven desde la Luna?

La luz artificial, basada en la conversión de energía eléctrica en energía luminosa, ha sido, sin duda, uno de los factores definidores del progreso social y tecnológico que ha experimentado el mundo durante el último siglo.

Curiosamente la luz artificial aparentemente se ha convertido en un catalizador de la vida humana, permitiendo un uso ilimitado del tiempo y el espacio. Ha permitido que la humanidad, de algunas zonas del planeta, se “independice” de los ritmos circadianos, es decir ritmos diarios tales como sueño-vigilia, hambre-desgana, etc. Pero esto, como sucede siempre que la humanidad le da la espalda a la Naturaleza, tiene sus consecuencias.

Cuando se habla de las ventajas que nos ha proporcionado la luz artificial, no se tiene en cuenta que estas ventajas solo se refieren al mundo enriquecido. Pero sin embargo las consecuencias, principalmente las globales, afectan a todas las personas, independientemente de dónde se encuentren.

### OBJETIVOS:

Dar a conocer el desequilibrio social existente respecto al uso de la iluminación artificial a partir del análisis del resplandor nocturno.  
Analizar sus causas y consecuencias.

### CONTENIDOS:

Interpretación de datos e informaciones sobre la naturaleza y utilización de dicha información para conocerla.  
Desequilibrios existentes respecto al acceso, y uso de la energía.  
Problemas asociados a los desequilibrios existentes en el uso de la energía.  
Cambios ambientales asociados a la intervención humana.  
Contaminación Lumínica: Flujo del Hemisferio Superior (FHS) y Flujo Horizontal (FH)

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: “Las causas de la Contaminación Lumínica” y Capítulo 4: “Consecuencias”.



## DESARROLLO:

Esta actividad se plantea con una sucesión de reflexiones individuales, trabajo por parejas y puesta en común.

En primer lugar se propone mostrar la siguiente imagen a la clase. Aclarar que es una foto de la península tomada en horarios nocturnos.

Figura 4.10 Imagen nocturna de la Península Ibérica.  
(Fuente: [astrogranada.org](http://astrogranada.org))



A continuación plantear las siguientes preguntas:

- ¿Dónde hay más luz?
- ¿Con que áreas de la geografía se relacionan?
- ¿Qué sucede en esas zonas?

En este primer paso la reflexión será individual e irá encaminada a la relación entre concentración de energía-luz y zonas urbanas.

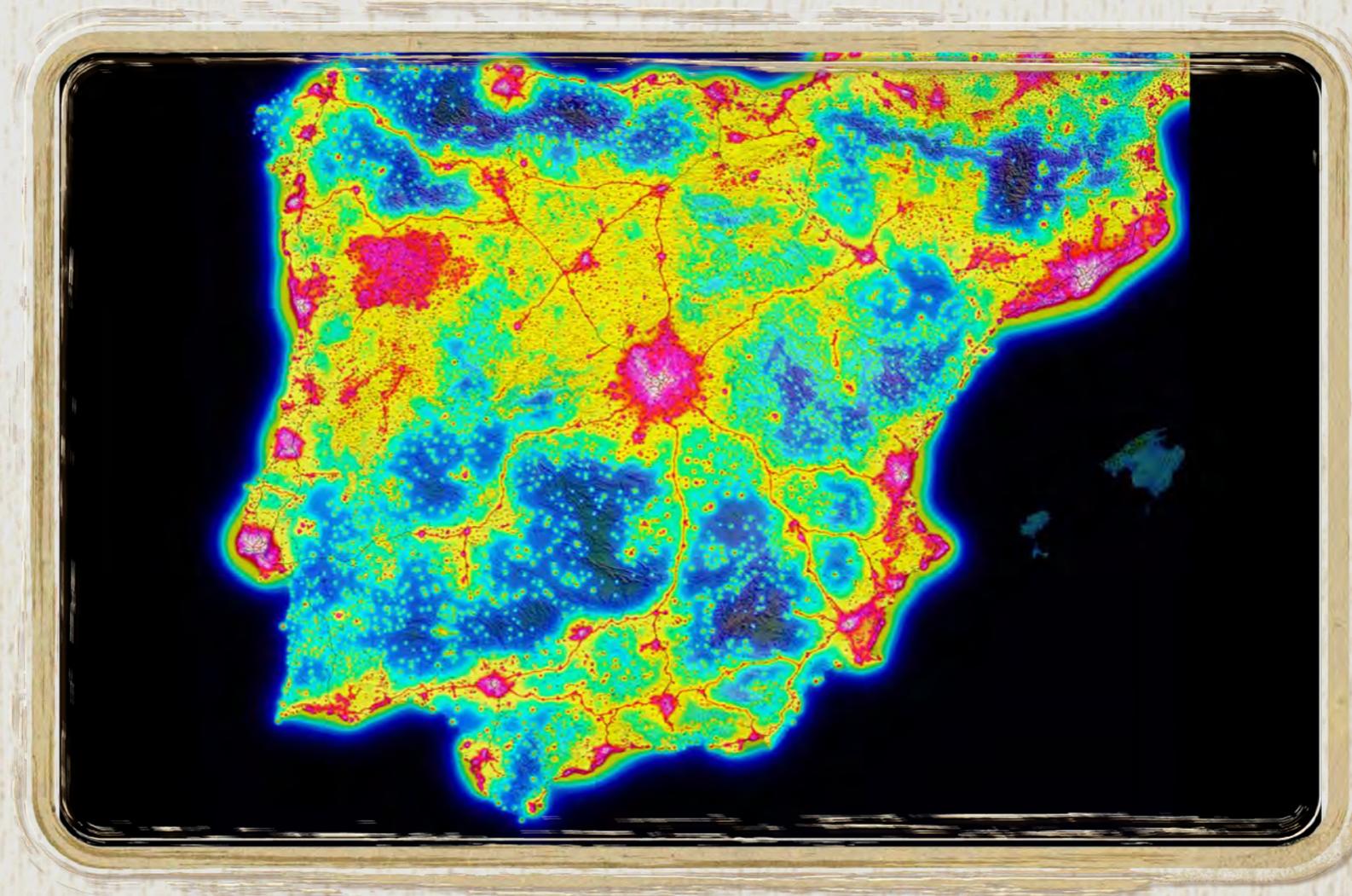
A continuación plantear la siguiente pregunta:

¿Se queda la luz en las ciudades, o ilumina las zonas adyacentes?

Una vez que den sus respuestas, el siguiente paso será mostrar el mapa de intensidad luminosa del cielo, en el que se aprecia como el Flujo Hemisférico se extiende por el territorio.



Figura 4.11 Imagen nocturna de la Península Ibérica mostrando la dispersión de la contaminación lumínica. (Fuente [avex-asso.org](http://avex-asso.org))



Si se dispone de conexión a internet, este enlace permite acercarse a las poblaciones con gran detalle:

<http://www.avex-asso.org/dossiers/pl/espagne/#espagne>

Es importante llamar la atención sobre las escasas zonas oscuras que quedan en la Península Ibérica, y en Andalucía en concreto, donde prácticamente no existen cielos sin Contaminación Lumínica.



Figura 4.12 Intensidad lumínica en Andalucía año 1992. (Fuente Junta de Andalucía)



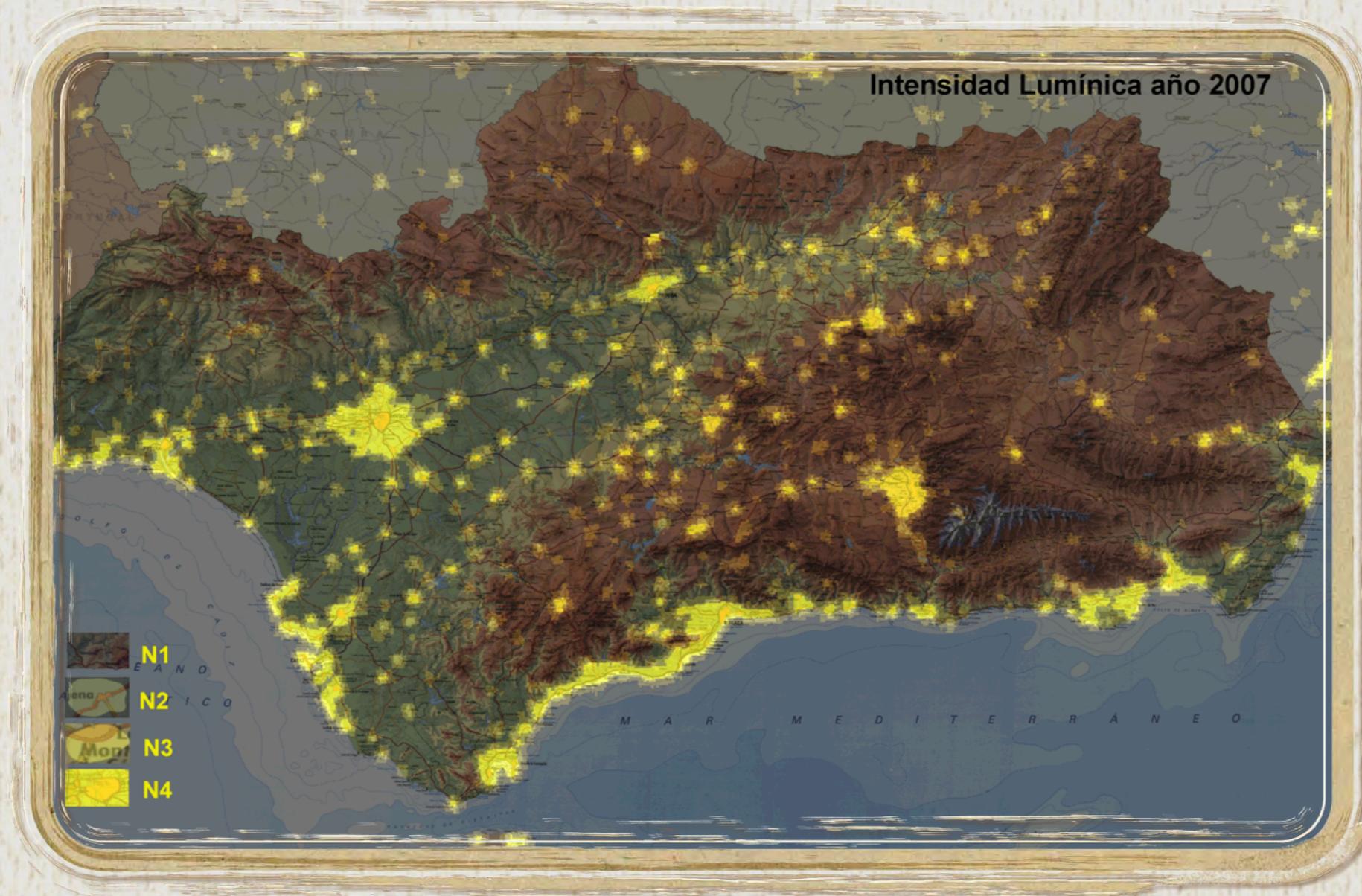
Se puede continuar centrando la atención en Andalucía con las siguientes imágenes, que muestran la evolución de la Intensidad Lumínica en la comunidad entre los años 1992 y 2007.

¿Qué información se extrae de estas imágenes?

Es importante dejar un tiempo para que reflexionen y luego recoger sus ideas en la pizarra.



Figura 4.13 Intensidad lumínica en Andalucía año 2007. (Fuente Junta de Andalucía)



En este momento la idea central es que a medida que nos ven mejor desde la Luna (hay más luminosidad) necesitamos consumir más energía, además de otros aspectos.

La energía procede del consumo de materias primas que son principalmente recursos no renovables como petróleo, gas y carbón. Además en todo el proceso de extracción, transporte, transformación y distribución se producen graves impactos socioambientales como son la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mareas negras o conflictos armados.

Para reforzar este razonamiento muestra las siguientes gráficas procedentes del Informe Energético de Andalucía 2009.

Gráfico 4.1 Evolución del consumo de energía primaria por fuentes. (Fuente Junta de Andalucía)

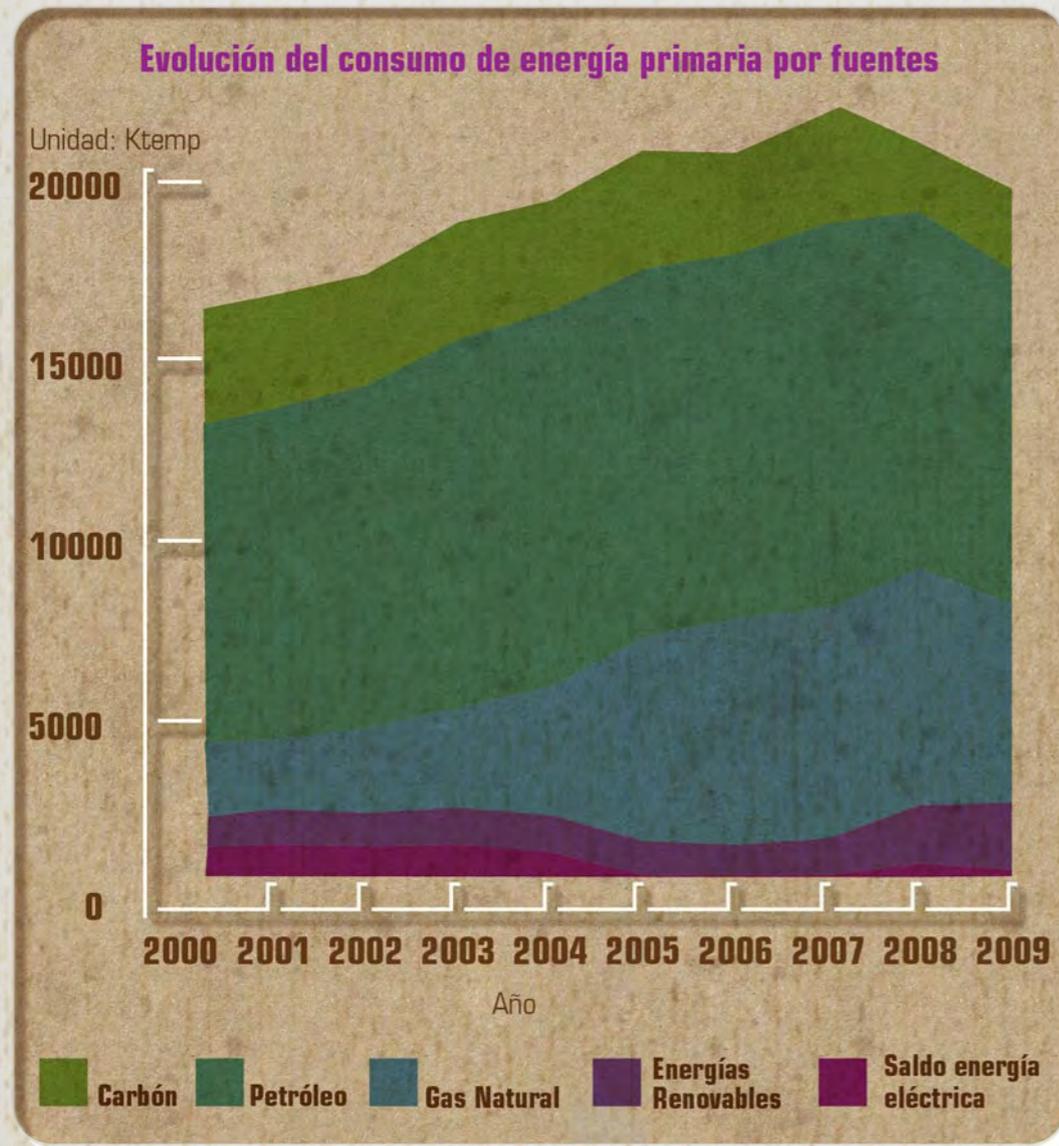
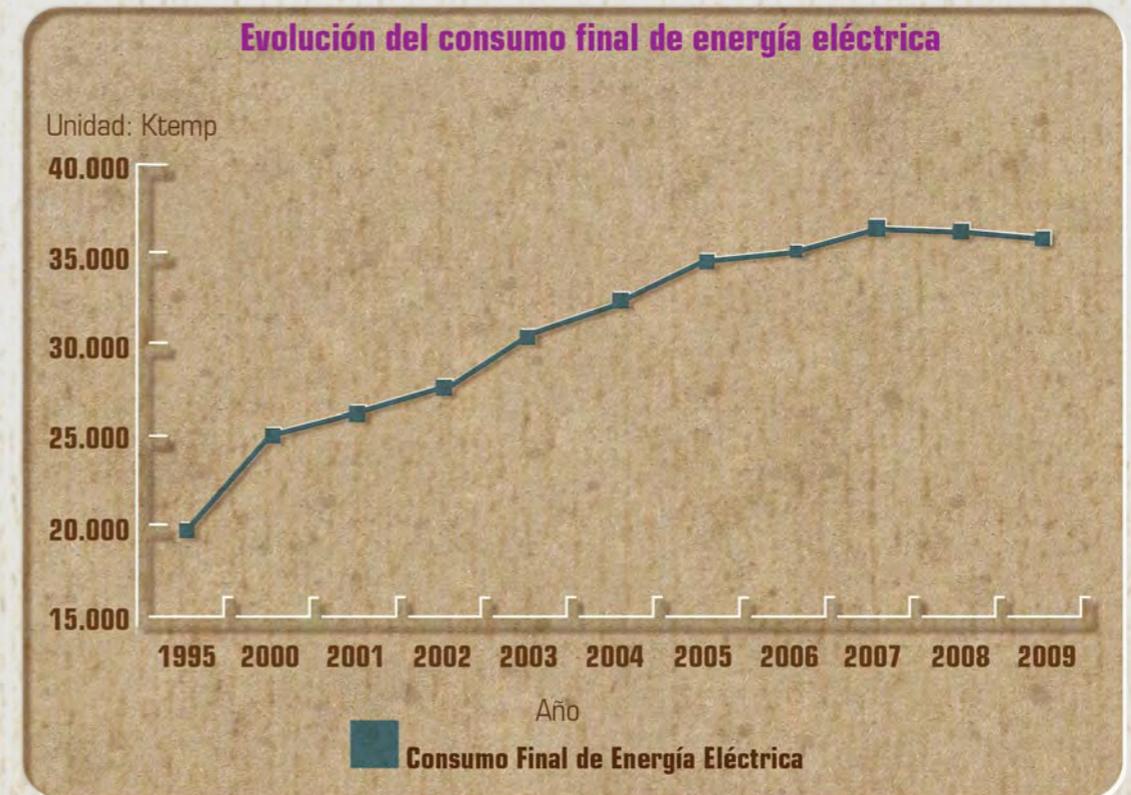


Gráfico 4.2 Evolución del consumo final de energía eléctrica. (Fuente Junta de Andalucía)



A continuación se propone dar un salto de escala, pasando de la Península Ibérica al conjunto del planeta, mostrando las siguientes imágenes:

Figura 4.14 Imagen del planeta Tierra por la noche visto desde el espacio. (Fuente Craig Mayhew and Robert Simmon, NASA GSFC based on DMSP data.)



Seguidamente se deberá mostrar este mapa de densidad de población mundial. Aclarar que este mapa muestra la densidad de población en los diferentes países del planeta. La densidad de población se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}}$$

Figura 4.15. Densidad de población en el mundo. (Fuente Wikipedia).



Ofrece una medida orientativa sobre cuantas personas habitan en un país o área geográfica delimitada por una unidad de superficie dada. Por ejemplo el continente africano presenta una densidad de población de 33 hab/Km<sup>2</sup>. No olvidemos que esta medida es una representación aproximada de la realidad, ya que el territorio presenta heterogeneidad en cuanto a distribución de habitantes, aun así es un indicador que puede servir para numerosos análisis.

Para continuar con la actividad es recomendable que se unan en grupos de 4 personas, y que respondan a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué relación veis entre las dos imágenes?
- ¿Qué relación veis entre iluminación artificial y densidad de población?
- ¿Se corresponden exactamente las zonas mas iluminadas con las más pobladas?
- ¿En caso de no ser así, en qué países o zonas no se produce esta correlación?
- ¿Qué sucede en esos países?
- ¿A que creéis que está debido?
- ¿Dónde se consume la energía?
- ¿Dónde se producen las consecuencias socio-ambientales del consumo de energía?

Estas preguntas son orientativas, pueden ayudar a trabajar los contenidos previstos, pero evidentemente se podrán incluir aquellas que se consideren oportunas.

Para finalizar, procederemos a la puesta en común de las conclusiones extraídas en todos los grupos. En ésta se deberán ir aclarando todas las respuestas, reforzando los aciertos y corrigiendo los errores.

Es recomendable terminar con una exposición de los indicadores de crisis ambiental vinculados a la sociedad de consumo, que aparecen en el dossier complementario, Capítulo 4, apartado 4.3. "Relación con otros fenómenos asociados a la crisis ambiental".

## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Para las puestas en común y los debates sugerimos establecer las reglas de juego antes de comenzar:

Todas las respuestas son válidas en principio.

Hablaremos ordenadamente y escuchando lo que los demás tienen que aportar.

De esta forma podemos contribuir a que todos y todas participen en la actividad.



## MATERIALES:

Imagen nocturna de iluminación artificial en la península.

Mapa de intensidad luminosa del cielo de la península.

Mapas de intensidad lumínica en Andalucía 1992-2007.

Gráfica evolución consumo energético Andalucía.  
Gráfica evolución consumo energía primaria por fuentes.

Distribución de la iluminación artificial en el mundo.

Distribución de la densidad de población en el mundo.

Todas las imágenes las podrás encontrar en el Banco de recursos, act. 3.3

## TEMPORALIZACIÓN:

Al menos dos horas. Variará en función de la profundidad en que se traten los contenidos.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar la actividad conviene fijarse en el grado de participación, y las aportaciones que haga el grupo tanto a nivel individual, como en las reflexiones grupales.

Las reflexiones individuales servirán para obtener información acerca de la asimilación de la relación existente entre el grado de urbanización de una zona, el resplandor nocturno y el consumo energético.

Las reflexiones grupales servirán para analizar el grado de relación entre Países enriquecidos, resplandor nocturno y consumo energético.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado de manera individual primero y posteriormente en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.



## ACTIVIDADES BLOQUE 4. Consecuencias.

- 4.1. Luminizando que es gerundio.
- 4.2. Calculando emisiones.
- 4.3. ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?

ACTIVIDAD N°: 4.1.  
TÍTULO: Luminizando que es gerundio.

El trabajo con cuestiones ambientales precisa un enfoque sistémico en el que se visibilicen las relaciones existentes entre los diferentes componentes de la realidad. Los fenómenos causa-efecto de una manera unilateral prácticamente no se desarrollan en el mundo real. Podríamos afirmar que en la realidad se desarrollan procesos multicausales, y multiconsecuenciales, sin obviar evidentemente las retroalimentaciones que se dan entre unos y otros.

Los análisis simplistas de las situaciones, llevan a la búsqueda de soluciones simplistas en sí, provocando en numerosas ocasiones el efecto: "Vestir a un santo desvistiendo a otro".

Con esta actividad se pretende ofrecer una herramienta que contribuya a la comprensión de las relaciones existentes entre diferentes fenómenos, relacionados entre sí, y por supuesto como foco situamos la Contaminación Lumínica.

### OBJETIVOS:

Provocar la reflexión sobre las relaciones existentes entre diferentes fenómenos poniendo como foco la Contaminación Lumínica.

Visibilizar algunas de las causas y consecuencias asociadas a la Contaminación Lumínica y la relación entre ellas.



## CONTENIDOS:

Aproximación a la diferencia entre consecuencias locales y globales.  
Relaciones existentes entre los diferentes fenómenos.  
Algunas causas y consecuencias de la Contaminación Lumínica.  
Exceso de iluminación.  
Alteración del funcionamiento de ecosistemas nocturnos.  
Alteración de las poblaciones de insectos.  
Modificación en las floraciones de los vegetales.  
Consumo excesivo de recursos energéticos.  
Alteración del descanso en la población.  
Cambios culturales.  
Recursos energéticos se convierten en un recurso limitado y escaso.  
Se libera CO<sub>2</sub> a la atmósfera.  
Aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.  
Aumento del efecto invernadero.  
Cambio Climático.  
Guerras por monopolizar los recursos energéticos cada vez más escasos.  
Vertidos de petroleros en ecosistemas costeros.  
Pérdida de biodiversidad.  
Alteración de ecosistemas en general.  
La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: “Las causas de la Contaminación Lumínica” y el Capítulo 4: “Consecuencias”.

## DESARROLLO:

La secuencia propuesta para esta actividad consiste en trabajo en pequeños grupos, puesta en común, y establecimiento de conexiones, para finalizar con una reflexión grupal conducida por el profesorado.

En primer lugar habrá que dividir a la clase en cuatro grupos. Cada grupo recibirá una propuesta de reflexión sobre la que deberá trabajar.

Las propuestas son:

¿Qué relación encontraréis entre el exceso de iluminación de nuestras ciudades y pueblos y las modificaciones en los comportamientos de las especies que desarrollan su actividad por la noche?

¿Qué relación encontraréis entre el exceso de iluminación de nuestras ciudades y pueblos con el cansancio matutino de sus habitantes?

¿Qué relación encontraréis entre el exceso de iluminación de nuestras ciudades y pueblos con la alteración en el clima?

¿Qué relación encontraréis entre el exceso de iluminación de nuestras ciudades y pueblos, y que se produzcan vertidos de petróleo en mares y océanos?

Deberán trabajar en grupo siguiendo las siguientes pautas:

Primero reflexión individual y escribir en el cuaderno la conclusión personal.

Segundo todos los miembros del grupo deberán aportar sus conclusiones. En este momento no se deben valorar, todas las respuestas inicialmente deben ser escuchadas.

Tercero deberán debatir y anotar de manera consensuada una respuesta, con la que todos los miembros deben estar de acuerdo.

Tras el trabajo en grupo se procederá a la puesta en común. En la puesta en común es preciso que se expongan las conclusiones a las que los diferentes grupos han llegado, complementando y reforzando las acertadas, y deconstruyendo las propuestas erróneas.

A continuación se debe plantear la siguiente cuestión:

¿Creéis que hay relación entre todas las propuestas?

¿Pensáis que puede haber alguna relación entre la Contaminación Lumínica y el agotamiento de los recursos naturales?

¿Existe relación entre la Contaminación Lumínica y la pérdida de biodiversidad?

Y todas aquellas cuestiones que se consideren oportunas.

Para finalizar será preciso usar las tarjetas que se aportan en el Banco de recursos act. 4.1. Cada tarjeta representa algún elemento, o proceso, usando como nodo central la Contaminación Lumínica.

Conviene que el alumnado vaya proponiendo las diferentes conexiones, que deberán ser complementadas a posteriori.

Como resultado final todas las tarjetas deben estar relacionadas entre sí, constituyendo una compleja red de relaciones. (Ver esquema ejemplo)

A medida que se van colocando las diferentes tarjetas se debe ir analizando con el grupo las diferentes causas-consecuencias relacionadas con la Contaminación Lumínica.



Figura 4.16 Ilustración-esquema representando las conexiones existentes



## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Las preguntas iniciales y las tarjetas propuestas, pueden ser ampliadas o complementadas en función de las características del grupo, temáticas que se quieran proponer, etc.

Es fundamental resaltar el hecho de que todas las tarjetas se pueden relacionar y que las relaciones no son lineales y unívocas.

Conviene reforzar la idea de que las causas inciden sobre las consecuencias, y viceversa, visibilizando de esta manera las retroalimentaciones existentes.



## MATERIALES:

Tarjetas impresas

Exceso de iluminación.

Alteración del funcionamiento de ecosistemas nocturnos.

Alteración de las poblaciones de insectos.

Modificación en las floraciones de los vegetales.

Consumo excesivo de recursos energéticos.

Alteración del descanso en la población.

Cambios culturales.

Recursos energéticos se convierten en un recurso limitado y escaso.

Se libera CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Aumento del efecto invernadero.

Cambio Climático.

Guerras por monopolizar los recursos energéticos cada vez más escasos.

Vertidos de petroleros en ecosistemas costeros.

Pérdida de biodiversidad.

Alteración de ecosistemas en general.

Etc.

Todas las tarjetas las encontrarás en el Banco de recursos act. 4.1.



## TEMPORALIZACIÓN:

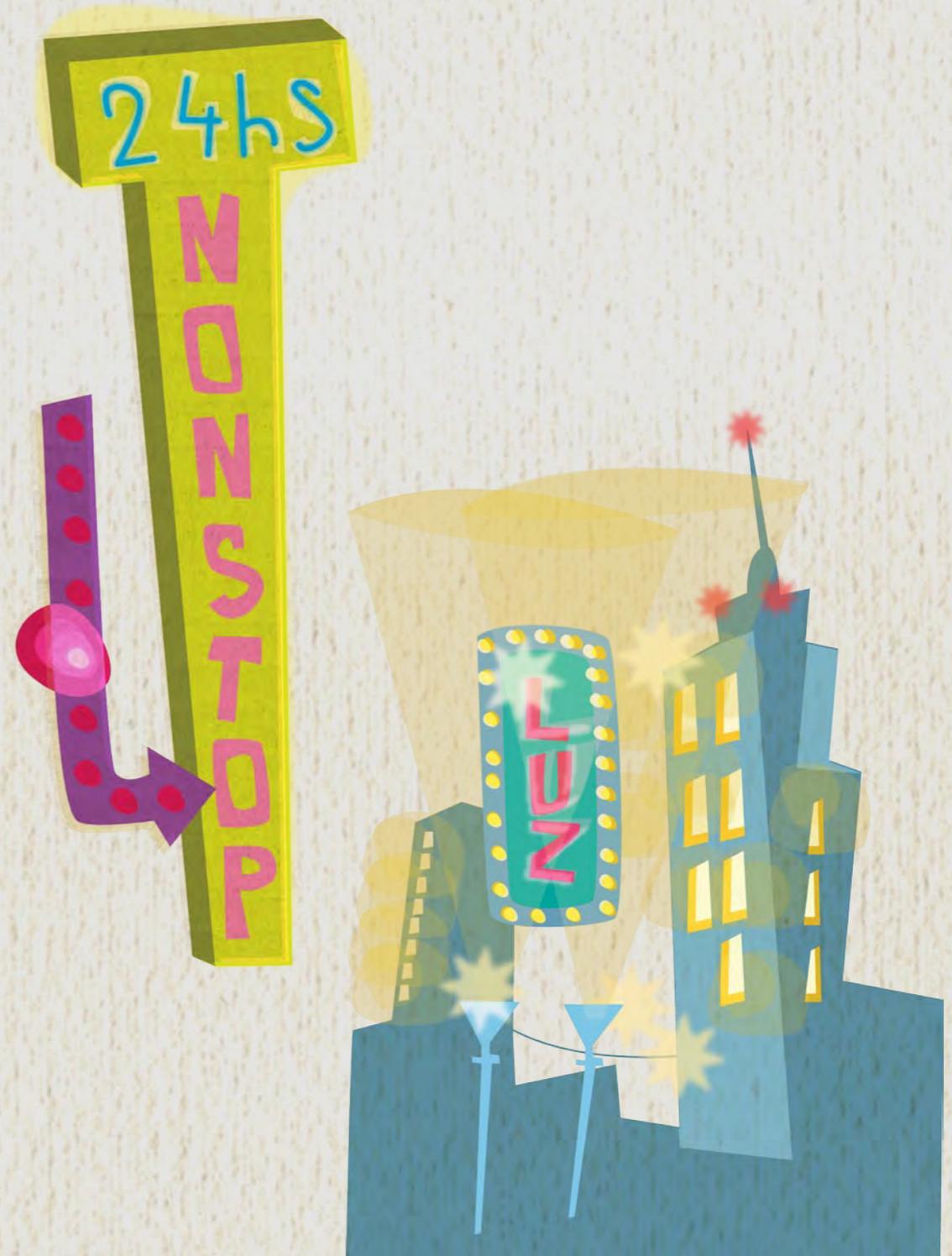
Una hora que podrá variar en función de la profundidad en que se traten los contenidos.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar la actividad conviene fijarse en el grado de participación y las respuestas obtenidas tanto en las reflexiones grupales iniciales, como en la construcción de la red final o el debate.

Las indicaciones dadas durante la composición de la red de relaciones por parte del alumnado, darán información acerca de la asimilación de las relaciones existentes entre los diferentes fenómenos.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.



**ACTIVIDAD N°:4.2.**  
**TÍTULO: Calculando emisiones.**

La Contaminación Lumínica está relacionada con fenómenos que se dan a escala local, como son la alteración de los ecosistemas nocturnos aledaños, alteración del sueño de las personas que viven en zonas excesivamente iluminadas, pérdida de capacidad para observar las estrellas, etc. Pero también está relacionada con problemas más globales, cuya percepción sensorial no es inmediata. Uno de estos fenómenos es el Cambio Climático, proceso indicador de la crisis socioambiental global, que está íntimamente relacionado o provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del modelo energético dominante basado en el derroche. La Contaminación Lumínica también forma parte de ese modelo basado en el derroche energético, ya que estamos consumiendo energía y provocando impactos socioambientales al iluminar más de la cuenta.

Visualizar estos procesos puede contribuir a la creación de una conciencia crítica colectiva, que impulse la búsqueda de soluciones y apoye la implantación de las ya propuestas.

**OBJETIVOS:**

Facilitar la interpretación de datos para conocer diferentes aspectos de la realidad.  
Visualizar las relaciones existentes entre Contaminación Lumínica y Cambio Climático.  
Calcular las posibilidades de ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> mediante una optimización del alumbrado público.

**CONTENIDOS:**

Relación entre consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.  
Transformación de consumos energéticos en emisiones de CO<sub>2</sub>.  
Interpretación de datos numéricos.  
Relación entre Contaminación Lumínica y Cambio Climático.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: “Las causas de la Contaminación Lumínica”, y Capítulo 4: “Consecuencias”.



## DESARROLLO:

El objetivo de esta actividad es que el alumnado calcule las toneladas de CO<sub>2</sub> que se dejarían de emitir a la atmósfera aplicando las medidas pertinentes en el desarrollo de un alumbrado público más eficiente, y menos oscurecedor del cielo nocturno.

Para la optimización en el resultado de esta actividad, conviene que el grupo tenga nociones previas sobre Cambio Climático, su relación con el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y la relación entre este fenómeno y el consumo energético. De no ser así, puede ser un buen momento para introducir el tema.

La secuencia que se plantea será cálculo individual, puesta en común, y reflexión final.

Cualquier ayuntamiento que desarrolle un plan de eficiencia energética en el alumbrado público podría conseguir un ahorro de hasta el 50% en el consumo energético:



Las medidas que se plantean cómo ahorros energéticos potenciales (50% del consumo energético municipal actual) son las siguientes:

- ★ Disminuir consumo instalando lámparas de bajo consumo.
- ★ Disminuir consumo rediseñando el sistema de iluminación
- ★ Disminuir potencia direccionando correctamente las luminarias.
- ★ Disminuir potencia durante horarios de poco uso.

Lo conveniente sería calcular el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> que se produciría en la localidad donde se encuentre el centro educativo.



Para ello hay una serie de informaciones que hay que tener en cuenta:

### 1ª ¿Cuánta energía consume el alumbrado público municipal?

Este dato se puede conseguir en el Ayuntamiento del Municipio.

En caso de no poder conseguir el dato de consumo del alumbrado público de la localidad, se puede hacer una estima usando el dato referente al gasto eléctrico español en alumbrado público por habitante en el año 2007 (*Grupo de Estudio de Contaminación Lumínica. Universidad Autónoma de Madrid*):

118 kWh/año

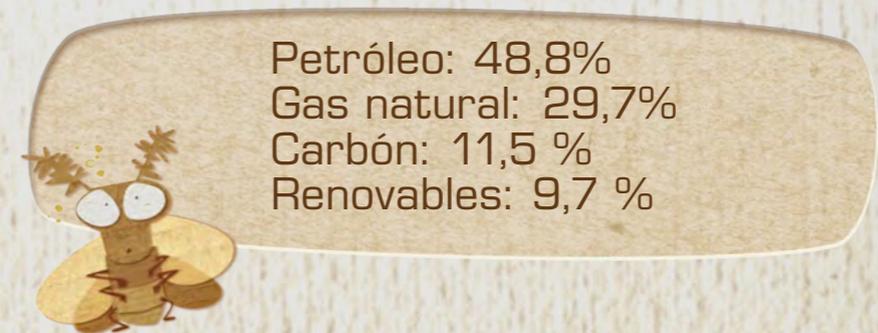
Conversión a tep --- 0,010146174 tep/año (1 tep equivale a 11.630 kWh)

Multiplicar por el número de habitantes del municipio para calcular toneladas equivalentes de petróleo (tep) consumidas por el conjunto del municipio en alumbrado público.

**Ejemplo: para un municipio de 50.000 personas --- 507,3087 tep/año**

### 2º La energía eléctrica no siempre tiene la misma procedencia.

Por tanto es necesario conocer los datos respecto a las fuentes de energía primarias. Estos datos nos revelan el origen en porcentaje de la energía que se consume en Andalucía (fuente Agencia Andaluza de la Energía, 2009):



**Ejemplo: para un municipio de 50.000 personas<sup>5</sup>.**

**247,56 tep de petróleo  
150,67 tep de gas natural  
58,34 tep de carbón<sup>6</sup>**



<sup>5</sup> El 9,7% de las renovables no se cuantifica aunque no demos olvidar que en los procesos de fabricación y transporte de los artefactos asociados a la obtención de energía por fuentes renovables se consumen recursos y se emiten residuos y gases como el CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Dentro de ese 9.7 % tampoco conocemos cuanta viene de energía solar, eólica, etc... y cada uno de estos sistemas tendrá datos diferentes.

3º La relación entre consumo de energía y emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera depende de la materia prima a partir de la que se produzca dicha energía.

Fuente de energía primaria	Emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera
1 tep de gas natural	2,1 toneladas de CO <sub>2</sub>
1 tep de carbón	3,8 toneladas de CO <sub>2</sub>
1 tep de gasoil	2,9 toneladas de CO <sub>2</sub>

1 tep = 11.630 kWh

(tep: energía equivalente de una tonelada de petróleo)

Estos son los datos necesarios para calcular la reducción potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> en cualquier localidad. Se recomienda que se haga sobre la localidad en la que se encuentra el centro educativo.

Ejemplo: Para un municipio de 50.000 personas

Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de petróleo:  
717,924 Toneladas/año

Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de gas natural:  
316,407 Toneladas/año

Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de carbón:  
221,692 Toneladas/año

Total emisiones CO<sub>2</sub> por alumbrado público de un municipio andaluz de 50.000 habitantes:  
1.256,023 Toneladas/año.

Este mismo proceso se puede realizar a nivel mancomunal, provincial y regional, a partir de los datos de población. Es importante recordar que aplicando medidas de eficiencia energética y reducción de la Contaminación Lumínica, el ahorro energético estimado es de un 50% (30), con las implicaciones que conlleva en reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>.



Una vez facilitada la información la propuesta será que respondan a las siguientes cuestiones:

¿Cuánto CO<sub>2</sub> podría dejar de emitir a la atmósfera el Municipio?  
¿Qué conclusiones sacas?  
¿Existe relación entre Contaminación Lumínica y Cambio Climático?  
En caso de considerar que sí arguméntala con tus propias palabras.  
En caso de considerar que no, explica por qué.

Una vez hechos los cálculos se deberá proceder a la puesta en común.



Para finalizar se puede aportar la siguiente información que muestra los beneficios económicos y ambientales que produciría en España un cambio en la iluminación pública (no sólo lámparas, sino también un cambio de equipos, asociados a estas instalaciones, y formas de uso), utilizando la tecnología actual de mayor eficiencia. (Datos extraídos del documento final del grupo de Contaminación Lumínica del V Congreso Nacional de Medio Ambiente).

Mejoras	Ahorra	Conlleva
Eléctricas y económicas	10.200 GWh/año	- Ahorrar 50% de electricidad que se destina a iluminación artificial. - Ahorrar 900 millones de €.
Ambientales	3,4 millones de toneladas de combustibles fósiles.	- ahorrar 1,7 toneladas de mercurio - dejar de emitir 3,4 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> - dejar de emitir 34.000 toneladas de SO <sub>2</sub>



Algunos datos para el debate:

Un coche emite de media 1 tonelada de CO<sub>2</sub> cada 5.000 kilómetros recorridos (43). El ahorro potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> del alumbrado público español equivaldría a las emisiones de un coche que recorriese 870 millones de kilómetros.

El alumbrado público en España consume 2.900 Gwh/año, lo cual constituye el 1,8% del consumo eléctrico nacional anual, lo cual se traduce en la emisión de 1.740.000 de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. El potencial de ahorro estimado del alumbrado público es del 10%, que se traduciría en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 174.000 Ton CO<sub>2</sub>/año (7), similar a la cantidad de CO<sub>2</sub> que produciría un coche recorriendo la distancia entre Algeciras y Berlín 290.000 veces... o entre Huelva y Almería 1.740.000 veces.

Cada persona en España durante el año 2008 emitió 8 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (42). La media mundial es de 5,5 toneladas anuales, y habría que rebajarla hasta 2,5 toneladas anuales para evitar el deterioro del clima (43). Como el camino por recorrer es muy largo, cualquier iniciativa para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero no solo es necesaria, también es urgente. Reducir el consumo energético del alumbrado público, sin por ello dejar de iluminar, es una medida posible y deseable en la totalidad de los municipios de Andalucía.

Como conclusión puedes plantear un debate libre sobre:

¿Qué medidas podríamos o deberíamos tomar?  
A título individual.  
A nivel colectivo.

Teniendo siempre en cuenta las reglas del juego:

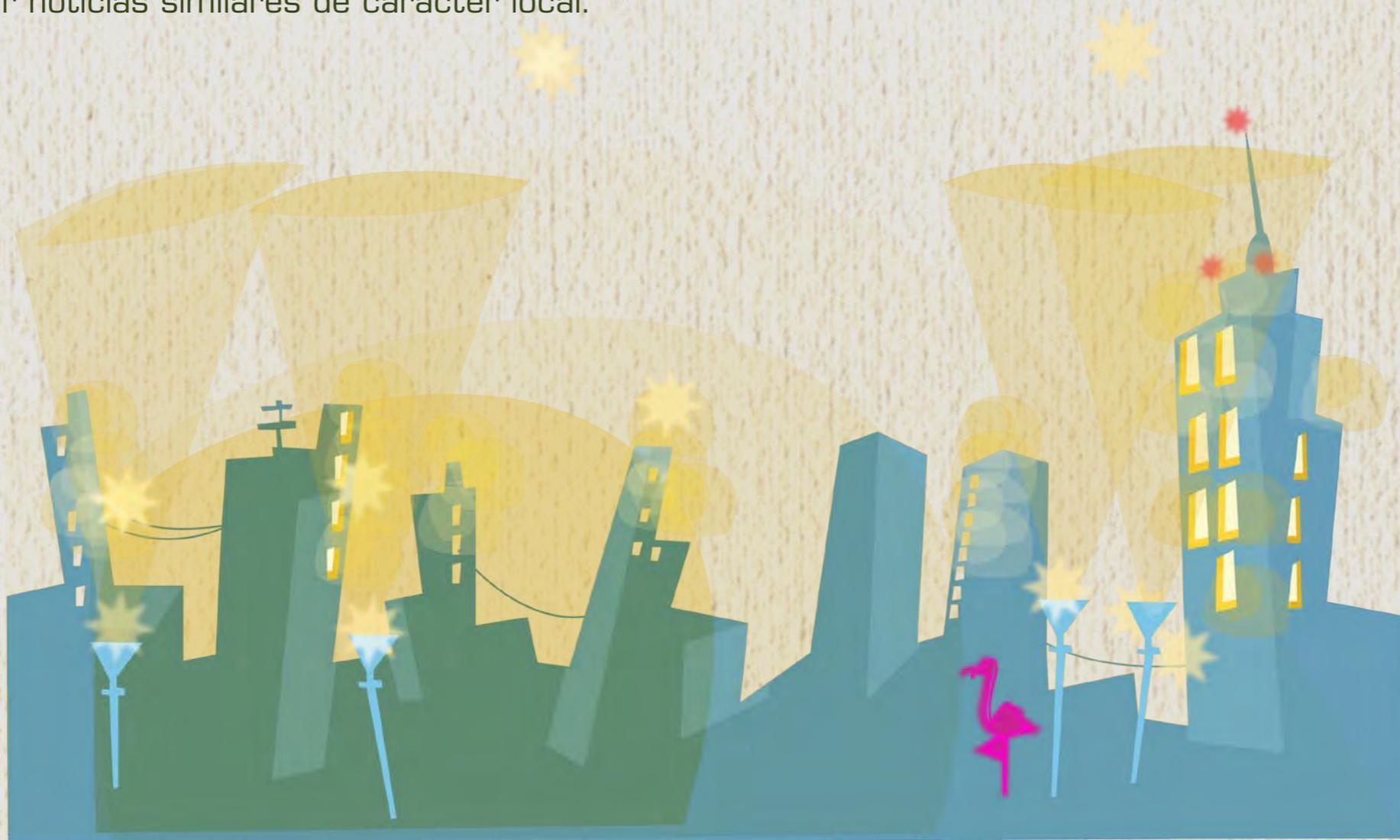
- ★ Todas las opiniones son válidas en principio.
- ★ Es importante respetar los turnos de palabra.
- ★ Es fundamental escucharnos y escuchar.



## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Es recomendable que el profesorado haga los cálculos previamente.

Esta es una noticia aparecida en prensa relativa al ahorro producido en la ciudad de Sevilla al cambiar una parte del alumbrado público. Se puede utilizar para que el alumnado conozca una experiencia real. Es recomendable buscar noticias similares de carácter local.



El plan de ahorro y eficiencia energética que el Ayuntamiento de Sevilla está aplicando en el alumbrado público de la ciudad cuenta ya con una serie de hitos ejecutados que han motivado que el Consistorio haya ahorrado un 2,2 por ciento de su factura energética anual, esto es, un total de 125.747 euros de un global de 5,2 millones de euros.

En una entrevista concedida a Europa Press, el concejal de Infraestructuras para la Sostenibilidad explicó que de los 15 proyectos aprobados, enmarcados en un cronograma global de cumplimiento de diez años, existen once proyectos ejecutados y cuatro en ejecución.

Los finalizados se centran fundamentalmente en la sustitución de lámparas de alto consumo por otras de bajo. Ello se ha acometido en 4.200 farolas, lo que ha supuesto una reducción de la potencia de cambio de 273.598 vatios --una reducción media de 65 vatios por lámpara--. Asimismo, se han cambiado 747 luminarias tipo globo, "de alta Contaminación Lumínica", y otras 476 "ineficientes" por apuntar su luz hacia arriba, lo que ha producido un ahorro energético de 1.158.961 kilowatios por hora.

En este sentido, según estudios realizados, Sevilla cuenta con altos índices de Contaminación Lumínica, "que pasa inadvertida frente a la atmosférica y la acústica". Por ello, la estrategia municipal pasa por reducir este tipo de contaminación a través de la sustitución de luminarias.

El edil de Infraestructuras para la Sostenibilidad abundó en el plan al explicar que la intención de su departamento es dejar el alumbrado de la capital hispalense libre de bombillas con vapores de mercurio en 2010. Puesto que son 13.184 las lámparas que se contemplaban inicialmente en el plan, y que cada bombilla cuenta con una cantidad de entre seis y ocho gramos de mercurio, se eliminarían alrededor de 110 kilogramos de este elemento por cada ciclo de cambio.

Esta noticia aparece en la siguiente dirección web:

<http://www.sevilladiario.com/node/2315>

## MATERIALES

No precisa de ningún material específico.

## TEMPORALIZACIÓN:

Una hora para el desarrollo de la actividad, variando en función de lo que se pretenda profundizar en los diferentes temas.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar esta actividad serán de gran utilidad los resultados obtenidos en las reflexiones individuales. Es importante analizar si relacionan Contaminación Lumínica con Cambio Climático.

Las aportaciones echas en los debates también pueden proporcionar información acerca de la asimilación de conocimientos.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado de manera individual, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados a partir de un cálculo matemático y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.

## ACTIVIDAD N°: 4.3.

### TÍTULO: ¿Qué nos cuentan sobre la Contaminación Lumínica?

La Contaminación Lumínica es un problema que se puede abordar desde diferentes áreas. Al análisis del fenómeno desde una perspectiva científica se puede unir el análisis desde el ámbito socio-lingüístico del Currículum de secundaria.

Recopilar, analizar, y comparar la información que los medios de comunicación masivos proporcionan sobre los diferentes procesos en general y sobre la Contaminación Lumínica en particular puede contribuir entre otras cosas al desarrollo de un espíritu crítico y proactivo.

## OBJETIVOS:

Profundizar en el conocimiento acerca del fenómeno de Contaminación Lumínica, causas y consecuencias. Análisis de artículos de prensa escrita (periódicos, revistas, Internet).

Contribuir a la creación de un pensamiento crítico respecto a la información proporcionada por los medios de comunicación masiva.

Uso de nuevas tecnologías.



## CONTENIDOS:

Contaminación Lumínica causas y consecuencias. Análisis crítico de la información proporcionada a través de los medios de comunicación.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: "Las causas de la Contaminación Lumínica", y Capítulo 4: "Consecuencias".

## DESARROLLO:

La secuencia planteada para esta actividad será de trabajo en pequeños grupos, puesta en común, y reflexión final.

En primer lugar es necesario formar cuatro grupos.

Cada grupo deberá realizar una búsqueda en Internet considerando diferentes aspectos:

Usar al menos cinco fuentes diferentes relacionadas con los temas de búsqueda y recopilar la siguiente información sobre la fuente:

Tipo de fuente:

- ★ Prensa-periódicos (aunque sean digitales).
- ★ Publicaciones especializadas.
- ★ Páginas de organismos oficiales.
- ★ Publicaciones de asociaciones de denuncia, o conservación de los cielos estrellados, etc.

Tipo de lenguaje usado:

- ★ Se entiende fácilmente.
- ★ Es difícil de entender.
- ★ La mayoría de las personas no lo entendería.

Proporciona información.

- ★ Mucha
- ★ Regular.
- ★ Poca.

A continuación se proponen palabras clave para introducir en los motores de búsqueda. Cada grupo deberá desarrollar una de estas investigaciones, teniendo en cuenta la propuesta anterior. Al finalizar deberán realizar una exposición oral sobre los resultados obtenidos respecto al contenido propio de la investigación y respecto a las características de las fuentes.



### Investigación nº 1.

Contaminación Lumínica.  
Descripción del fenómeno.  
Causas asociadas a la Contaminación Lumínica.

### Investigación nº 2.

Contaminación Lumínica.  
Consecuencias relacionadas con la salud humana.

### Investigación nº 3.

Contaminación Lumínica.  
Consecuencias relacionadas con los ecosistemas naturales.

### Investigación nº 4.

Contaminación Lumínica.  
Consecuencias relacionadas con el Cambio Climático y el consumo de recursos.

Para finalizar se procederá a la puesta en común. Tras la puesta en común es interesante que se hagan en colectivo las siguientes reflexiones, y compararlas entre las diferentes investigaciones propuestas:

- ¿Ha sido fácil conseguir la información?
- ¿Cuáles son los medios que más hablan sobre Contaminación Lumínica?
- ¿Por qué crees que pasa esto?
- ¿Crees que la información está al alcance de todas las personas?
- ¿Se usa un lenguaje comprensible?
- Etc...

## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Se puede proponer una semana antes, que busquen en periódicos, o en los programas informativos, tanto de televisión, prensa o radio, noticias relacionadas con la Contaminación Lumínica.

### MATERIALES:

Para desarrollarla en clase, se precisa de ordenadores y conexión a Internet.



## TEMPORALIZACIÓN:

Al menos una hora para la búsqueda en Internet, y otra hora para la puesta en común.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar es importante fijarse tanto en el desarrollo de contenidos, como en el análisis que hacen de las fuentes de documentación teniendo en cuenta:

- La elaboración del mensaje que han desarrollado para transmitir la información al resto del alumnado.
- La capacidad crítica respecto a los medios de comunicación.
- Las fuentes utilizadas.
- La asimilación de los contenidos relacionados con los diferentes aspectos que se han trabajado de la Contaminación Lumínica.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.



## ACTIVIDADES BLOQUE 5. Construyendo soluciones.

- 5.1. El juicio de las estrellas.
- 5.2. Auditoría lumínica.
- 5.3. Mensajes estrellados.

ACTIVIDAD N°: 5.1.  
TÍTULO: El juicio de las estrellas.

Los juegos de situación, o juegos de rol, se presentan como una excelente herramienta para trabajar diferentes temas relacionados con la problemática socioambiental. Permiten que las personas participantes se aproximen de manera vivencial a situaciones y posturas que no desempeñarían, o defenderían en su vida cotidiana.

En un tema como la Contaminación Lumínica, una actividad de este tipo permite el análisis de los diferentes elementos relacionados, ponerse en situación de diferentes actores implicados, y aproximarse a situaciones complejas.

Con este juego de rol, se plantea analizar con la clase las diferentes situaciones implicadas. A partir de la asunción de diferentes papeles el alumnado tendrá la oportunidad de reflexionar sobre algunos de los mitos asociados a la Contaminación Lumínica, así como sobre las soluciones que de manera colectiva se están proponiendo.

### OBJETIVOS:

Trabajar sobre mitos y realidades asociadas a la Contaminación Lumínica.

Facilitar la comprensión sobre los diferentes puntos de vista asociados a la Contaminación Lumínica, causas y consecuencias.

### CONTENIDOS:

Aspectos reales de la Contaminación Lumínica.  
Mitos asociados a la Contaminación Lumínica.  
Contaminación Lumínica, causas, consecuencias y posibilidades de intervención.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 5: “Construyendo soluciones”, en el apartado 5.4. ¿Qué puedo hacer yo,... que podemos hacer?

## DESARROLLO:

Para preparar la actividad es importante comentar al grupo las características de los juegos de rol.

- Cada papel deberá ser defendido desde la perspectiva del personaje que se desempeñe, para ello se proporcionan algunas orientaciones en las tarjetas que se distribuyen a cada grupo.
- Todas las opiniones merecen ser escuchadas con respeto.
- Deberán tomarse en serio el desempeño de cada papel.
- Los argumentos deberán ser consensuados por cada grupo, y elaborados correctamente antes de ser expuestos.

Los personajes propuestos son:

- ★ LUMITRÓN
- ★ ASTRÓNOMAS Y ASTRÓNOMOS
- ★ ASSVACL (Asociación de Seres Vivos afectados por la contaminación lumínica)
- ★ APACL (Asociación de personas afectadas por la contaminación lumínica)

El profesorado funcionará a modo de jurado.

## Introducción a la actividad:

Las estrellas presentan una denuncia al jurado interestelar. Están dejando de poder ser observadas desde la Tierra. Acusa al ineficiente e ineficaz sistema de iluminación tanto público como privado de pueblos y ciudades. Y plantea la necesidad que desde la Tierra se tomen cartas en el asunto.

El sistema de iluminación está representado por un abogado o abogada, de nombre Lumitrón, típico tiburón legal que también representa, entre otras corporaciones, a Despilfarro Energético Inc.

El abogado o abogada presentará una serie de argumentos que el resto de las personas testigos deberán ir rebatiendo según sus argumentos contruidos a partir de las indicaciones que se ofrecen en las tarjetas destinadas a los diferentes personajes. Los mitos a desmontar serán:

- ★ Las estrellas son inmutables y eternas. Siempre han estado ahí, y siempre permanecerán. No debemos temer por ellas.
- ★ La Contaminación Lumínica es inocua, no tiene repercusiones, es un capricho de las personas aficionadas a la astronomía, no hay por qué preocuparse. Cuanta más luz, mejor veremos. Y es importante que veamos bien.
- ★ De todas maneras la culpa del resplandor nocturno es de la contaminación atmosférica de las ciudades, y solo afecta a las ciudades.
- ★ Además una instalación de alumbrado poco contaminante es mucho más cara, y eso inevitablemente provocaría un aumento de los impuestos.

★ En caso de que tomemos alguna determinación, evitaremos solamente que las luminarias iluminen hacia el cielo, y usaremos lámparas de bajo consumo energético, a ser posibles de luz blanca.

★ Y proponemos en todo caso zonas en las que se permitan distintos porcentajes de iluminación al cielo.

★ Además ya existe una normativa de alumbrado en vigor que conduce a la reducción de la Contaminación Lumínica.

A continuación forma 4 grupos, y a cada grupo desempeñará un papel. Ese será el personaje que deberá representar en el juicio.

Tras la preparación de los argumentos, el juicio se inicia. Deberá comenzar Lumitrón (persona encargada de la defensa de los acusados).

El resto de los papeles deberán ir pidiendo la palabra y desarrollando sus argumentos.

Para finalizar deberás emitir un veredicto, y en caso de que salga culpable establecer entre todos la condena.

Para establecer la condena conviene elaborar una serie de medidas que deberá tener en cuenta el sistema de iluminación.



## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Para aumentar el carácter lúdico el alumnado puede caracterizarse en función de los papeles que desempeñen.

Se puede proponer que investiguen en Internet, u otros medios para elaborar los argumentos en defensa de sus posturas.

Frente a los argumentos de Lumitrón, existen varios de los personajes con argumentos que puedan rebatirlo, es importante incitar a que se usen todos.

Se pueden hacer públicas las propuestas elaboradas, haciéndola llegar a la alcaldía, periódicos locales, etc.

## MATERIALES.

Las tarjetas con las orientaciones que aparecen en el **Banco de recursos act. 5.1.**

## TEMPORALIZACIÓN.

Serán necesarias dos horas. Una para presentar el juego, y preparar los argumentos, otra hora para el desarrollo.



## EVALUACIÓN.

Para evaluar la actividad será importante fijarse tanto en los argumentos que usen en las diferentes intervenciones, como en las propuestas de mejora que realicen.

Será interesante observar si usan todos los argumentos, y en qué manera los exponen para ver si son asimilados los contenidos previstos.

Por otro lado también es fundamental valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones defendiendo y argumentando las diferentes posturas, y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.

### PERSONAJES:





**LUMITRÓN**

Abogado defensor del sistema de iluminación dominante. Sus argumentos son los siguientes:

Las estrellas son inmutables y eternas. Siempre han estado ahí, y siempre permanecerán. No debemos temer por ellas.

La Contaminación Lumínica es inocua, no tiene repercusiones, es un capricho de las personas aficionadas a la astronomía, no hay por qué preocuparse.

Cuanta más luz, mejor veremos. Y es importante que veamos bien.

De todas maneras la culpa del resplandor nocturno es de la contaminación atmosférica de las ciudades, y solo afecta a las ciudades.

Además una instalación de alumbrado poco contaminante es mucho más cara, y eso inevitablemente provocaría un aumento de los impuestos.

En caso de que tomemos alguna determinación evitaremos solamente que las luminarias iluminen hacia el cielo, y usaremos lámparas de bajo consumo energético, a ser posibles de luz blanca.

Y proponemos en todo caso zonas en las que se permitan distintos porcentajes de iluminación al cielo.

Además ya existe una normativa de alumbrado en vigor que conduce a la reducción de la Contaminación Lumínica.

**LUMITRÓN**



**ASTRÓNOMAS Y ASTRÓNOMOS**

Personas que dedican su vida a la observación y conocimiento del cielo y las estrellas.

Llevan años percibiendo y trabajando para solventar el problema derivado de la Contaminación Lumínica. Gracias a estas personas se han comenzado a tomar medidas pero saben que aun no son suficientes. Sus argumentos son los siguientes:

Con la legislación sólo no es suficiente, es necesaria su aplicación. Además los conocimientos técnicos y científicos van cambiando. Continuamente se van haciendo nuevos descubrimientos sobre el efecto que la incorrecta iluminación puede tener en los seres vivos y su medio.

El problema no es solo la pérdida de la capacidad o el derecho de observar cielos estrellados, también afecta a la salud humana y natural.

La Contaminación Lumínica no es un problema que atañe solo a las ciudades, en pleno campo, sin farolas a la vista y con aire limpio, también observamos Contaminación Lumínica.

El problema no es solo la luz que se emite hacia el cielo. Se puede contaminar siempre que se arroje luz donde no sea necesaria, ya sea al firmamento, a las ventanas de un domicilio, a ríos, lagos o incluso carreteras, donde además producen deslumbramientos.

Las emisiones de luz de manera horizontal, o próxima a la horizontalidad son las más perjudiciales. Tanto por encima de la horizontal, que facilita la Contaminación Lumínica a grandes distancias de la fuente, como por debajo provocando deslumbramientos e intrusiones lumínicas.

Utilizar bombillas de bajo consumo en el alumbrado público no garantizará la reducción de la Contaminación Lumínica. Es preciso usar luminarias con las luces adecuadas, y que emitan la luz hacia las zonas que deben ser iluminadas, situadas a las distancias adecuadas para que las luces no se solapen, y otras medidas por el estilo. Pero sí hay que tener en cuenta que reducir la Contaminación Lumínica, conlleva un mejor aprovechamiento de la energía, evitando así su despilfarro y los problemas asociados, tales como el Cambio Climático, o el agotamiento de los recursos.

La situación no se solucionará sola, precisa que todas y todos nos impliquemos en la búsqueda y aplicación de soluciones.

**ASTRÓNOMAS Y ASTRÓNOMOS**



**ASSVVACL (Asociación de Seres Vivos afectados por la Contaminación Lumínica)**

Representan a todas las plantas y animales que se ven afectadas por los efectos de la Contaminación Lumínica. Las personas, seres vivos también, han constituido un grupo a parte porque comprenden que aunque son sufrientes de las consecuencias también son causantes en parte. Sus argumentos son:

La mayoría de nosotros y nosotras vivimos fuera de las ciudades, sin embargo estamos notando cambios en nuestros funcionamientos. A las zonas más alejadas de las ciudades también le afecta la Contaminación Lumínica, principalmente las emisiones horizontales.

Con tanta luz, los seres vivos adaptados a la vida nocturna en ausencia de luz, están siendo seriamente amenazados, pues desaparece el principal factor de los ecosistemas nocturnos, la oscuridad.

Varias plantas reconocen que sus momentos de floración están siendo afectadas por los cambios en la luz percibida.

Varias especies de aves migratorias se sienten trastornadas, e incluso modifican sus rumbos migratorios atraídos por los focos de luz.

Las polillas manifiestan estar totalmente alteradas, algunas especies declaran sentirse irremediamente atraídas por los focos de luz blanca, mientras que otras se declaran incapaces de atravesar las zonas iluminadas.

Los murciélagos y aves que se alimentan de polillas, manifiestan su descontento al tener a las polillas tan alteradas. Para alimentarse tienen que ir a los focos de luz donde estas se acumulan, convirtiéndose a su vez en fáciles presas para otros depredadores nocturnos como lechuzas o cárabos.

Además manifestamos nuestro descontento por sufrir las consecuencias pero sin tener ni responsabilidad, ni capacidad para actuar en consecuencia.

Es tarea de las personas solucionar el problema.

**ASSVVACL (Asociación de Seres Vivos afectados por la Contaminación Lumínica)**



**APACL (Asociación de personas afectadas por la Contaminación Lumínica)**

Son ciudadanas y ciudadanos que están sufriendo las consecuencias de la Contaminación Lumínica y sus argumentos son los siguientes:

Hemos perdido el derecho a tumbarnos boca arriba a disfrutar de un cielo lleno de estrellas.

!!!Queremos que nuestras hijas e hijos puedan disfrutar de los cielos estrellados!!!

Este problema cada vez se nota más fuera de nuestras ciudades y pueblos.

La luz entra continuamente por nuestras ventanas, incluso en horas en que no es necesaria tanta iluminación. Esto hace que no podamos mantener las persianas abiertas para que entre el fresco, si queremos dormir.

No descansar correctamente nos provoca estrés, tristeza y enfermedades.

No necesitamos más luz, sino mejor visibilidad.

No entendemos porqué hay que mantener los monumentos u otras obras arquitectónicas iluminadas cuando nadie las va a disfrutar.

Comprendemos que existe una legislación vigente, pero esta legislación hay que aplicarla.

Nos uniremos para reivindicar que las personas responsables adopten medidas al respecto.

**APACL (Asociación de personas afectadas por la Contaminación Lumínica)**

## ACTIVIDAD Nº: 5.2.

TÍTULO: Auditoría lumínica en nuestro centro educativo.

Cualquier trabajo en temas socioambientales, precisa de un aterrizaje en el contexto del alumnado. Tras haber caracterizado el fenómeno, haber analizado las causas y consecuencias, y haber comenzado a plantear las posibles soluciones, se propone un análisis del proceso en el propio centro educativo.

El objetivo de esta actividad es la realización de una “auditoría lumínica”, es decir una auditoría en el centro en el que analice el sistema de alumbrado del centro para que se puedan presentar propuestas de mejora.

### OBJETIVOS:

Concretar todos los temas trabajados previamente en el entorno más inmediato del alumnado.

Analizar el sistema de iluminación del centro educativo y sus posibles incidencias en la Contaminación Lumínica.

Proponer posibles medidas y actuaciones que se pueden desarrollar para minimizar la Contaminación Lumínica producida en el centro.

Conocer la legislación andaluza de protección del cielo nocturno.

### CONTENIDOS:

Todos los relacionados con la Contaminación Lumínica.

Medidas a tomar para la búsqueda de soluciones.

Interpretación de datos.

Reglamento para la protección de la calidad del cielo nocturno.

La información complementaria para el correcto desarrollo de esta actividad aparece en el dossier informativo, Capítulo 3: “Las causas de la Contaminación Lumínica”, y Capítulo 5: “Buscando soluciones”.

### DESARROLLO:

Preparación de la actividad.

El primer paso será distribuir la siguiente declaración hecha por Pere Horts, miembro del Colectivo Cel Fosc “Cielo oscuro”, Presidente de la Societat Astronòmica de Figueres y Profesor de Filosofía en el Institut Ramon Muntaner de Figueres, en el año 2006.





Tomé la decisión de empezar esta lucha cuando, en abril de 1992, durante unas Jornadas Estatales de Astronomía celebradas en la isla de La Palma, después de escuchar a diestro y siniestro los lamentos de mis colegas por la progresión imparable de la contaminación, propuse la simple redacción de un escrito de denuncia y nadie me hizo el menor caso, por considerar que se trataba de una guerra perdida de antemano. Pensé entonces que no era nada lógico, pero sí muy cómodo, dar por perdida una batalla en la que uno está cargado de razón, máxime cuando en Canarias ya existía la prueba palpable de que era perfectamente compatible el objetivo de la protección del cielo nocturno con las necesidades luminotécnicas de una sociedad avanzada. Al regresar, convencí a mis compañeros de la Societat Astronòmica de Figueres de la necesidad de iniciar una protesta, al menos con el fin de parar la progresión del fenómeno en nuestra comarca. Así empezó todo y aquí estamos hoy, ocho años después, a punto de tener una ley y habiendo contribuido a crear un revuelo notable en el resto del estado.

Por delante hay una inmensa tarea pedagógica que hacer. Hay que conseguir que la gente entienda que hacer un uso racional de la energía, en general, y de la eléctrica, en particular, no solamente es un beneficio económico para el usuario, sino un ejercicio de responsabilidad personal y, me atrevería a decir, también, un deber ético. Olvidamos con frecuencia que somos simples usuarios transitorios del planeta, y no sus propietarios. Como decía en una conocida carta, uno de los últimos jefes indios al presidente de los EEUU: "la Tierra no nos pertenece; nosotros pertenecemos a la Tierra". Curiosamente, la astrofísica del siglo XX le ha dado la razón, al haber puesto de manifiesto nuestra profunda vinculación y dependencia del cosmos: estamos hechos de materia de estrellas y a ellas debemos nuestra existencia. Si las eliminamos, desaparece su testimonio constante de nuestros orígenes. Con ellas se desvanece también algo muy precioso de nosotros mismos. Por esta razón, y hoy con mayor motivo, tenemos el deber de preservar la Tierra y el cielo para el disfrute de las futuras generaciones que, aunque todavía no existen, tienen derecho a que se les entregue un planeta habitable.

Confieso también que, con el tiempo, ha variado el orden de mi valoración sobre los efectos de la Contaminación Lumínica. Inicialmente me importaba únicamente el impacto negativo del fenómeno en la observación astronómica. Era lo que me concernía más directamente. Ahora, sin renunciar a ello en absoluto, concedo una creciente importancia a los demás efectos medioambientales que ocasiona. Con el tiempo, cada vez me pesa más la conciencia de que nada nos autoriza a esquilmar los recursos naturales de la Tierra, inmersos como estamos en una especie de vorágine consumista y comportándonos como si fuéramos la última generación de habitantes del planeta.

Daba grima, por ejemplo, contemplar por televisión los fastos del recientemente celebrado falso milenio y observar cómo los habitantes de las grandes metrópolis del mundo competían entre sí por ver quien consumía más kilovatios enviando luz al cielo, llenando el aire de desechos pirotécnicos y las calles de toneladas de basuras, en un patético intento de demostrar su chauvinista e ilusoria pretendida superioridad respecto de los demás. Aquella fue, sin duda, la noche con la mayor Contaminación Lumínica de la historia. Uno deseaba entonces y también ahora que ¡ojalá! fuera también la única.

*PERE HORTS, Colectivo Cel Fosc, 2006*



Tras la lectura se plantearán las siguientes cuestiones a debate:

¿Ha conseguido algo Pere Horts y otras personas que cómo él están trabajando por la reducción de la Contaminación Lumínica?

¿Por qué?

¿Y nosotras y nosotros podemos hacer algo?

Tras el debate se procede al desarrollo de la auditoría lumínica.

Para solicitar posibles mejoras, el primer paso a dar es la realización de un diagnóstico de la situación que se pretende mejorar. Por esta razón se plantea el desarrollo de la auditoría lumínica, que consta de cuatro fases:



Zonificación del centro educativo.  
Diagnóstico lumínico.  
Puesta en común y análisis colectivo.  
Elaboración de propuestas.

### ★ 1º Fase: Zonificación del centro educativo

Habrá que elaborar un plano o esquema simple del centro educativo, y dividirlo por sectores abarcables. Teniendo en cuenta que:

Cada sector lo analizará un grupo. Deberán tener una extensión y/o número de luminarias proporcionadas.

### ★ 2ª Fase: Diagnóstico lumínico.

Se deberán formar tantos grupos como sectores hayan resultado de la fase anterior. Deberán representar en un plano las luminarias, y numerarlas.

Cada grupo procederá a completar las fichas de diagnóstico lumínico A y B, en la que se recogerán diferentes datos.

(Para recopilar los diferentes datos podrán usar la observación directa, cintas métricas, preguntas a las personas responsables de las luces en el centro, etc).

Se plantean dos fichas de diagnóstico:

**Ficha de Diagnóstico A.** A cumplimentar en cualquier momento, es decir no es preciso que estén iluminadas las farolas.

**Ficha de Diagnóstico B.** A cumplimentar cuando las luminarias estén encendidas y a ser posible durante la fase de oscuridad, (tarde-noche, noche o primera hora de la mañana).



## Ficha de Diagnóstico A

A cumplimentar en cualquier momento, es decir, no es preciso que estén iluminando las farolas.

Sector:

Personas que desarrollan el diagnóstico lumínico

Nº total de luminarias en el sector:

Lum / caract.	Horarios de encendido	Altura a la que se encuentra el foco de luz		Distancia a la luminaria anterior (metros)	Distancia a la luminaria siguiente (metros)	¿Emiten luz hacia arriba?		Forma de carcasa (dibújala)		
		<4m (menos altura que un primer piso)	>4m (mayor altura que un primer piso)			Si	No	Globo	Ornamental	Otros
Lum.1										
Lum.2										
Lum.3										
Lum.4										
Lum.5										

Observaciones que estiméis de interés:

## Ficha de Diagnóstico B

Sector:

Hora en la que se realiza la toma de datos:

Personas que desarrollan el diagnóstico lumínico

Nº total de luminarias en el sector:

A cumplimentar cuando las luminarias estén encendidas y a ser posible durante la fase de oscuridad (tarde-noche, noche o primera hora de la mañana)

Lum / caract.	Color de la luz			Superficie iluminada		Intrusión (zonas que ilumina innecesariamente)		
	Blanca	Amarilla	Naranja	Homogénea	Creando claro-oscuros	Ventanas	Paredes	Otras Indicad cuál
Lum.1								
Lum.2								
Lum.3								
Lum.4								
Lum.5								

Observaciones que estiméis de interés:

### ★ 3ª fase. Puesta en común y análisis colectivo.

El siguiente paso propuesto es la puesta en común, y el análisis de los resultados obtenidos realizando un Diagnóstico Lumínico colectivo, sobre el sistema de iluminación del centro educativo. En los capítulos 3 y 5 del dossier informativo se encuentra la información necesaria para interpretar los resultados obtenidos.

### ★ 4ª fase. Elaboración de propuestas.

Para finalizar es preciso que plantear propuestas de mejora en caso de que sean necesarias y transmitir las al resto de la comunidad educativa. Conviene utilizar las directrices y propuestas de zonificación recogidas en 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” como guía técnica de mejora del sistema de iluminación del Centro Educativo, dándole a conocer al alumnado su existencia.



## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Si se considera oportuno, y la ubicación del centro lo permite, se puede extender la Auditoría lumínica a la zona colindante al centro.

Esta actividad es un buen complemento a luces y estrellas desde mi calle.

El diagnóstico es más completo si se obtienen los datos para las dos fichas propuestas. En el caso que no se pueda, con la Ficha A, se consigue información relevante.

### MATERIALES:

Carta De Pere Horts que aparece en el Banco de recursos act. 5.2

Fichas de Diagnóstico A y B que aparece en el Banco de recursos act. 5.2

Cinta métrica si es posible.



## TEMPORALIZACIÓN:

Una hora para la presentación y el análisis del texto de Pere Horts, y la presentación del diagnóstico.  
Una hora para el análisis de resultados.  
Una hora para la elaboración de propuestas.

## EVALUACIÓN:

Para evaluar esta actividad conviene fijarse en el debate inicial sobre el texto de Pere Horts, respecto a la búsqueda de soluciones, actitudes de colectivización de reivindicaciones, etc.

La fase de diagnóstico puede ofrecer información sobre la asimilación de los conocimientos adquiridos respecto a los sistemas de iluminación.

Las soluciones aportadas también serán un buen indicador sobre el grado de asimilación de los conocimientos expuestos, tanto en esta actividad como en todo el trabajo sobre Contaminación Lumínica.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado tanto de manera individual como en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.

## ACTIVIDAD Nº: 5.3. TÍTULO: Mensajes estrellados.

En el trabajo sobre Contaminación Lumínica al igual que sobre cualquier otro fenómeno de índole socioambiental, constituye una parte fundamental la elaboración de estrategias de comunicación con el resto de la comunidad.

La publicidad se presenta como una herramienta que transmite valores, construye modelos de ocio y comportamiento y señala insistentemente el consumo como patrón del éxito social. La publicidad educa, aunque desgraciadamente no en la línea precisa para la construcción colectiva de un mundo mejor para todas las personas. Es un lenguaje con el que las personas jóvenes están muy familiarizadas.

La contrapublicidad es una herramienta de comunicación que, usando el mismo lenguaje que usa la publicidad, tiene como objetivo mostrar otro tipo de mensajes que evidentemente no se facilitan en los anuncios publicitarios.

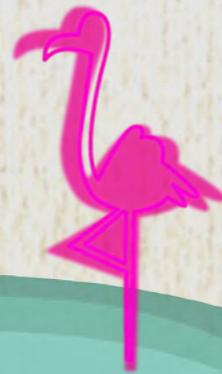
Por ello se plantean como una herramienta interesante a investigar para el desarrollo de mensajes.





## OBJETIVOS:

Dar a conocer los temas trabajados sobre la Contaminación Lumínica.  
Desarrollo de técnicas creativas de transmisión de mensajes.



## CONTENIDOS:

Todos los relacionados con la Contaminación Lumínica.

Elaboración de mensajes contra-publicitarios.

Para más información además de toda la ofrecida en los diferentes anexos te recomendamos que visites la página web de consume hasta morir de ecologistas en acción y te descargues el cederrón didáctico:

<http://www.consumehastamorir.com/>



## DESARROLLO:

En primer lugar conviene hacer una recopilación de periódicos y revistas de cualquier tipo.

A continuación se deberán distribuir por la clase para que vean los diferentes tipos de anuncios publicitarios.

De manera colectiva se deberá analizar qué estrategias usan para captar la atención, tipo de lenguaje, diseño, etc.

A continuación deberán formar grupos de dos o tres personas como máximo.

Cada grupo deberá:

Seleccionar la información que considera interesante transmitir en un mensaje contrapublicitario referente a todo lo trabajado sobre Contaminación Lumínica.

Elaborar un cartel contrapublicitario con el mensaje a transmitir. Para ello podrán usar recortes de los periódicos y revistas, dibujos realizados para el efecto etc. Lo podrán elaborar en una cartulina, o un cartel reutilizado por detrás.

Para finalizar se procede a la puesta en común, y análisis conjunto de los mensajes elaborados.



Figura 4.17. Ejemplo de contrapublicidad para denunciar la Contaminación Lumínica. (Elaboración propia).



## RECOMENDACIONES. OBSERVACIONES.

Si el grupo tiene conocimientos sobre el uso de programas de diseño por ordenador podrá ser otra herramienta a utilizar.

Se puede hacer lo mismo proponiendo cuñas de radio, o incluso anuncios grabados.

Los anuncios contrapublicitarios elaborados se pueden exponer en los pasillos del centro para darlos a conocer al resto de la comunidad educativa.

### MATERIALES:

Ejemplo de anuncio contrapublicitario que aparece en el Banco de recursos act. 5.3  
Revistas, periódicos, publicidad de cualquier tipo.  
Tijeras, cualquier tipo de pegamento, cartulinas, o carteles a reutilizar.

## TEMPORALIZACIÓN:

Aproximadamente dos horas, se deberá ajustar a la realidad del alumnado.

## EVALUACIÓN:

Los mensajes elaborados por los diferentes grupos sirven para evaluar la propia actividad.

Proporciona información el enfoque que hagan sobre el problema, el discurso que utilicen, los mensajes que emitan, etc.

También servirán para evaluar el resto de los temas tratados en relación con la Contaminación Lumínica.

Por otro lado también es importante valorar la manera en que se ha trabajado en equipo, la capacidad de interpretar y elaborar conclusiones de manera creativa para mostrar los resultados y las actitudes respecto a la puesta en común, y los debates generados.



## GLOSARIO

**Abisal:** se dice de las zonas del mar profundo que se extienden más allá del talud continental, y corresponden a profundidades mayores de 2000 metros.

**Año luz:** medida astronómica de longitud, equivalente a la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un año.

**Astronomía:** ciencia que trata de cuanto se refiere a los astros, y principalmente a las leyes de sus movimientos.

**Caladero:** Sitio a propósito para calar las redes de pesca.

**Cinturón de Kuiper:** zona del sistema solar externa a las órbitas de Neptuno y Plutón que contiene objetos pequeños, tales como asteroides y cometas, unos mil millones, la mayoría con periodos inferiores a 500 años.

**Circadiano:** perteneciente o relativo a un período de aproximadamente 24 horas. Se aplica especialmente a ciertos fenómenos biológicos que ocurren rítmicamente alrededor de la misma hora, como la sucesión de vigilia y sueño.

**Circumpolar:** estrella o constelación que vista desde un punto concreto de la Tierra nunca desaparece bajo el horizonte.

**Desertificación:** acción y efecto de transformar en desierto amplias extensiones de tierras fértiles.

**Epagómenos:** nombre griego de los cinco días añadidos al ciclo de 360 jornadas para completar el año solar de 365 días.

**Espectro de emisión:** el que presenta una o más líneas brillantes, producidas por un determinado elemento, que destacan sobre los otros colores.

**Espectro visible:** parte de la radiación electromagnética comprendida entre 400 y 700 nanómetros de longitud de onda.

**Estrella doble óptica:** dos estrellas que vistas desde la Tierra aparentemente se encuentran muy cercanas, pero en realidad se encuentran separadas por una gran distancia y no existe relación gravitacional entre ambas.

**Fotosíntesis:** proceso metabólico específico de ciertas células de los organismos autótrofos, por el que se sintetizan sustancias orgánicas a partir de otras inorgánicas, utilizando la energía luminosa.

**Geodesia:** ciencia matemática que tiene por objeto determinar la figura y magnitud del globo terrestre o de gran parte de él, y construir los mapas correspondientes.

**Glándula pineal:** glándula de secreción interna que forma parte del techo del diencéfalo. Es una pequeña formación ovoidea, aplanada, que descansa sobre la lámina cuadrigémina, en el tercer ventrículo cerebral. Es la glándula que segrega la hormona melatonina que es producida a partir de la serotonina. Sensible a la luz, está relacionada con la regulación de los ciclos de vigilia y sueño.

**Gnomon:** antiguo instrumento de astronomía, compuesto de un estilo vertical y de un plano o círculo horizontal, con el cual se determinaban el acimut y altura del Sol, observando la dirección y longitud de la sombra proyectada por el estilo sobre el expresado círculo.

**Hiperconsumismo:** Tendencia excesiva e inmoderada a adquirir, gastar o consumir bienes, no siempre necesarios.

**Hiperproducción:** producción de un objeto, bien o servicio en el cual la oferta es superada por la demanda.

**Longitud de onda:** distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase en dos ondas consecutivas.

**Lucífuga:** que huye de la luz.

**Lucípeta:** que le atrae la luz.

**Norte geográfico:** uno de los dos lugares de la superficie de la Tierra que coincide con el eje de rotación, el opuesto es el Sur geográfico.

**Nube de Oort:** hipotético conjunto de pequeños cuerpos astronómicos, sobre todo asteroides y cometas, situados más allá de Plutón en el extremo del sistema Solar.

**Psicobiología:** estudio científico de la conducta y de la mente de los animales dotados de un sistema nervioso que los capacite por lo menos para percibir y aprender; considera que los animales capaces de percibir y aprender son los mamíferos (incluyendo el ser humano) y las aves.

**Respiración:** conjunto de reacciones metabólicas por el que las células reducen el oxígeno, con producción de energía y agua.

**Tecnoentusiasmo:** tendencia ideológica dominante en la sociedad que considera que todos los problemas tienen una solución tecnológica obviando los fenómenos sociales, o los límites que la naturaleza impone. Además de las propias limitaciones que ofrece la tecnología en sí misma.

**Trogoblio:** animal que ha evolucionado adaptándose a la vida en las cuevas.

**Urbanización difusa:** crecimiento y desarrollo de conjuntos urbanos de manera poco controlada, normalmente de baja densidad en áreas anteriormente rurales y a cierta distancia de urbanizaciones y estructuras existentes.

**Vigilia:** acción de estar despierto o en vela.

**Zigurats:** torre escalonada y piramidal, característica de la arquitectura religiosa asiria y caldea.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Cornelius, Geoffrey. (2005). Manual de los cielos y sus mitos. Barcelona: Naturart S.A.
- 2.- Kerrod, Robin. (2000). Qué sabes de astronomía. Barcelona: Ediciones B. S.A.
- 3.- Nicolás Barba, Manuel (Coord). (2008). Informe Grupo de Trabajo-Luz Contaminación Lumínica. Documento final. 9º Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid, 1-5 diciembre, (paper).
- 5.- Bourge, Pierre y Lacroux, Jean. (2000). El cielo a simple vista y con prismáticos. Barcelona: Omega S.A.
- 6.- Lull, José L. (2005). La astronomía en el antiguo Egipto. Valencia: Universitat de Valencia.
- 7.- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2001). Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Alumbrado Público. Madrid: Autor.
- 8.- de Toro y Llaca, C. (2006). La evolución de los conocimientos astronómicos a lo largo de la historia. Madrid: Instituto de Astronomía y Geodesia (CSIC-UCM). Facultad de Ciencias Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid, (inédito).
- 9.- Brunier, Serge. (2007). Atlas de las Estrellas. Madrid: Larousse Editorial S.L.
- 10.- Dolsa, Alfons G. y Albarrán, Mª Teresa. (2003). La problemática de la Contaminación Lumínica en la conservación de la Biodiversidad. Barcelona: Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya, (inédito).
- 11.- Peña Pérez, J. Miguel (Coord). (2000). Grupo de Trabajo 20: Contaminación lumínica. V Congreso Nacional de Medio Ambiente, 27 noviembre-1 diciembre, (paper).
- 12.- Horts, Pere. (2006). ¿Quién nos ha robado la vía láctea?. Tenerife: Instituto de Astrofísica de Canarias, (inédito).
- 13.- Chepesiuk, Ron. (2010). Extrañando la oscuridad. Salud pública de Mexico, vol 52, nº 5, 468-477.

- 14.-** Herranz Dorremocha, Carlos. (2002). El impacto ambiental de la iluminación nocturna artificial. Gorosti, Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra, nº17, 27-44.
- 15.-** Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía. (2010). Protección del Cielo Nocturno. Sevilla: Autor.
- 16.-** Cremades García, Manuel. (2006). Nuestros compañeros alados de la ciudad. Eubacteria, nº18, 25-27.
- 17.-** Rubio Recio, J. Manuel. (1995). Ambiente urbano y fauna beneficiada por el mismo. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, nº15, 619-624.
- 18.-** Peña Pérez, J. Miguel (Coord). (2000). Grupo de Trabajo 20: Contaminación lumínica. Documento final. V Congreso Nacional de Medio Ambiente, 27 noviembre-1 diciembre, (paper).
- 19.-** Museos Científicos Coruñeses. (2004). Vía Láctea. Monografías de Comunicación Científica. La Coruña: Autor.
- 20.-** Ministerio de Economía. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. (2003). Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. Madrid: Autor.
- 21.-** Hugh, Thomas. (1993). La conquista de México. Barcelona: Editorial Planeta.
- 22.-** Asimov, Isaac. (1980). El cercano Oriente. Madrid: Alianza Editorial.
- 25.-** García Montes, Antonio. (2008). Noticias de cultos al Teleno en la Prehistoria: los complejos religiosos megalíticos de Maragatos (León). Revista Garoza, nº8, 155-172.
- 26.-** Ruíz, José B. (2003). Naturaleza Nocturna. Santa Cruz de Tenerife: Publicaciones Turquesa S.L.
- 27.-** Programa de Divulgación Científica de Andalucía. Andalucía Investiga . Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. (2009). 100 preguntas, 100 respuestas. Granada: Autor.
- 28.-** del Puerto Varela, Carmen. (1999). Periodismo científico: la astronomía en titulares de prensa. Tenerife: Instituto de Astrofísica de Canarias, (inédito).
- 29.-** Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico. Junta de Andalucía. (2003). Plan Energético de Andalucía 2003-2006. Documento de síntesis. Sevilla: Autor.

- 30.-** Herranz Dorremochea, Carlos. (1996). Contaminación Lumínica. Gorosti, Cuadernos de Ciencias Naturales de Navarra, nº12, 19-27.
- 31.-** Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico. Junta de Andalucía. (2003). Plan Energético de Andalucía 2003-2006. Sevilla: Autor.
- 33.-** Cel Fosc, Asociación Contra la Contaminación Lumínica. (2011). Nota informativa sobre las lámparas Led de alta potencia para alumbrado exterior, con motivo del anuncio del gobierno central de un Plan de Eficiencia Energética que comportaría su uso generalizado. Nota de Prensa.
- 34.-** Tauber, Gerald E. (1979). Man's view of the Universe. Nueva York: Crown Publishers.
- 36.-** Arbeláez Duque, David F. (2008). Contexto en Astronomía. La Astronomía en las primeras y antiguas civilizaciones. Babilonia, Egipto y Grecia. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, (inédito).
- 38.-** Bustos Gisbert, Eugenio. (1986). La composición nominal en Español. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- 40.-** Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. (2011). Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2010. Sevilla: Autor.
- 43.-** Sánchez de Miguel, A. y Zamorano, J. (2011). Midiendo la contaminación del cielo desde el espacio. Física y Sociedad, Revista del Colegio Oficial de Físicos, nº 21, 24-25.
- 44.-** Sánchez de Miguel, Alejandro; Zamorano, Jaime; Pila Díez, Berenice; Rubio Jiménez, Jesús; Ruiz Carmona, Roque; Rodríguez Herranz, Isabel y González Pérez, Alicia. Contaminación Lumínica en España 2010. Estudio fotométrico diferencial y evolución en consumo de energía en alumbrado público entre 1992 y 2007. Madrid: departamento de Astrofísica y CC de la Atmósfera UCM, (paper).
- 46.-** Harris, Marvin. (1998). Introducción a la Antropología General. Madrid: Alianza Editorial S.A.

## Webs consultadas

**4.-** Real Academia Española.  
<http://www.rae.es/rae.html>

**23.-** Año internacional de la astronomía 2009.  
<http://www.astronomia2009.es/>

**24.-** Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.  
<http://thales.cica.es/>

**32.-** Instituto Nacional de Estadística.  
[www.ine.es](http://www.ine.es)

**35.-** Azarquiel, el pionero olvidado.  
<http://www.espacial.org/astronomia/historia/azarquiel1.htm>

**37.-** Astronomicum.  
<http://astronomicum.blogspot.com/>

**39.-** Símbolos y unidades.  
<http://edison.upc.edu>

**41.-** Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.  
<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia>

**42.-** Banco Mundial. Emisiones de CO<sub>2</sub> (toneladas métricas per cápita)  
<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

**45.-** El alumbrado público español, el de mayor gasto eléctrico por habitante de Europa. Universia.  
<http://www.universia.es>

## Links de interés:

IACO: Mapas de Contaminación Lumínica 2006-2011 con la participación ciudadana  
<http://www.iaco.es>

Evolución de la intensidad lumínica en Andalucía 1992-2011  
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.318ffa00719ddb10e849d04650525ea0/?vgnextoid=024efb3f2d9de110VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=024efb3f2d9de110VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Navegador mapa Contaminación Lumínica España  
<http://www.avex-asso.org/dossiers/pl/espagne/index.html>

Contaminación Lumínica global animada  
<http://labs.google.com/papers/sawzall-20030814.gif>

Simulador de Contaminación Lumínica  
<http://www.britastro.org/dark-skies/simulator.html#>

Reportaje sobre Contaminación Lumínica y Astronomía  
<http://www.rtve.es/alacarta/videos/el-escarabajo-verde/escarabajo-verde-coleccionista-estrellas/1218150/>

Iniciativa Internacional en Defensa de los Valores del Cielo Nocturno como Patrimonio Científico, Cultural y Medioambiental de la Humanidad  
<http://www.starlight2007.net/>

Año internacional de la astronomía  
<http://astronomia2009.es/>

Atrevete con el Universo: materiales didácticos para secundaria  
<http://sac.csic.es/astrosecundaria/>

Recursos para docentes de ESO y Bachillerato

<http://www.iac.es/cosmoeduca/>

Espacio web para la enseñanza de la física y la química

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/AIA/Portada.htm>

Observatorios astronómicos en España

<http://www.telescopios.org/>

Los telescopios

<http://www.rtve.es/television/20110427/telescopios/427958.shtml>

Imágenes del cielo

<http://www.elcielodecanarias.com/>

El Universo

<http://www.rtve.es/television/20110124/universo-tres14/397727.shtml>

Mujeres en la astronomía

[http://astronomia2009.es/Proyectos\\_pilares/Ella\\_es\\_una\\_Astronoma/Proyectos.html](http://astronomia2009.es/Proyectos_pilares/Ella_es_una_Astronoma/Proyectos.html)

Astrogranada

[http://www.astrogranada.org/cieloscuro/principal\\_cielo\\_oscuro.htm](http://www.astrogranada.org/cieloscuro/principal_cielo_oscuro.htm)

Revista del Instituto de Astrofísica de Andalucía

<http://www.iaa.es/revista/>

Orientación y astronomía de posición

<http://educa-ciencia.com/astrologia-orientacion.htm>

Aprender astronomía en internet

<http://aprender-astrologia.info/>

Observación solar

<http://www.parhelio.com/>

Grupo de telescopios Isaac Newton

<http://www.ing.iac.es/>

Tesis Periodismo científico

<ftp://tesis.bbtik.ull.es/ccssyhum/cs195.pdf>

Cuaderno de bitácora estelar

<http://www.madrimasd.org/blogs/astrofisica/page/3>

Contaminación Lumínica Universidad de Murcia

<http://www.um.es/cieloscuro/cluminica.php>

Campaña europea por la energía sostenible

<http://www.sustenergy.org/>

Asociación amigos de las pardelas

<http://www.amigosdelaspardelas.com/>

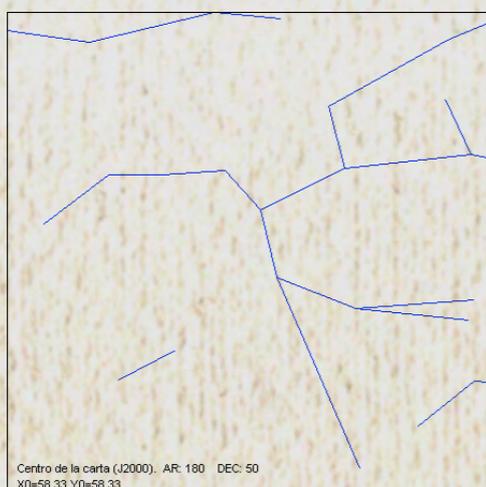
**Banco de recursos de la  
unidad didáctica sobre  
contaminación lumínica**



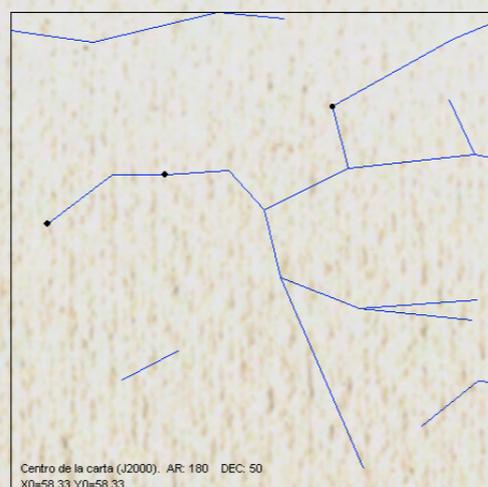


## CARTA PARA EL REGISTRO DE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA\* PROYECTO IACO – [www.iaco.es](http://www.iaco.es)

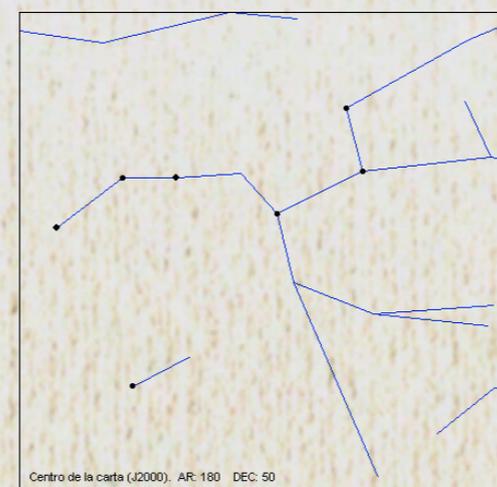
### CONSTELACIÓN OSA MAYOR (UMA)



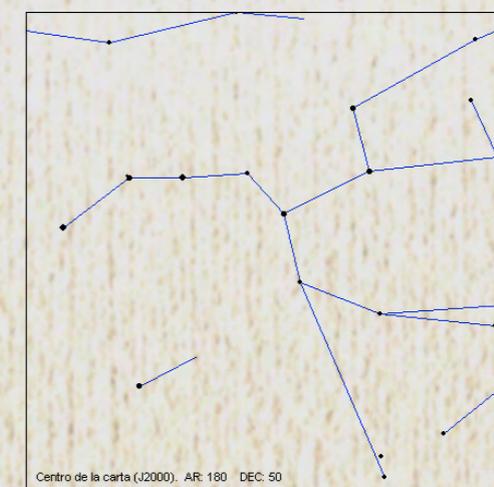
Magnitud 1



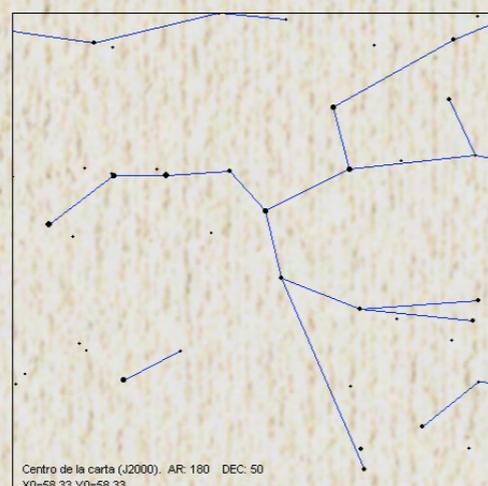
Magnitud 2



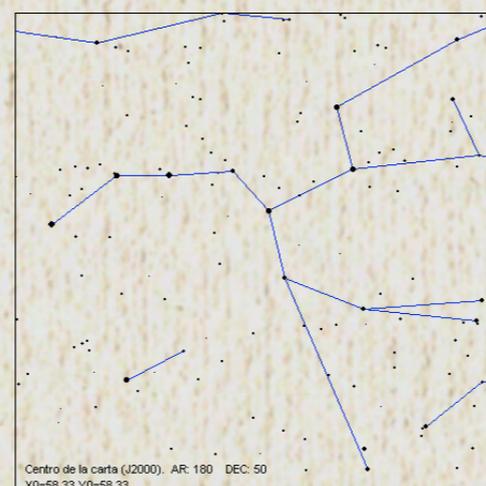
Magnitud 3



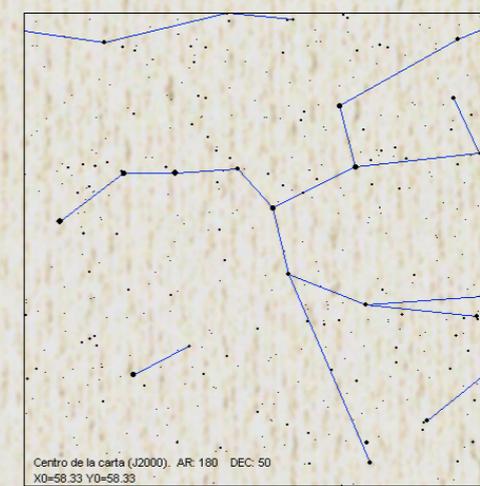
Magnitud 4



Magnitud 5



Magnitud 6



Magnitud 7

\* Carta elaborada a partir de las cartas de SPMN (Red de Investigación sobre Bólidos y Meteoritos).

# BANCO DE RECURSOS ACT. 1.1.

## PARTE DE REGISTRO DE TOMA DE DATOS

LUGAR: \_\_\_\_\_ AÑO: \_\_\_\_\_ MES: \_\_\_\_\_ DÍA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

CONSTELACIÓN: \_\_\_\_\_ MAG.: \_\_\_\_\_ CC% \_\_\_\_\_ T: \_\_\_\_\_ °C

CENTRO URBANO: \_\_\_\_\_

Calle: \_\_\_\_\_

Long: \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ m

PERIFERIA URBANA: \_\_\_\_\_

Barrio: \_\_\_\_\_

Long: \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ m

ENTORNO RURAL: \_\_\_\_\_

Zona: \_\_\_\_\_

Long: \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ m

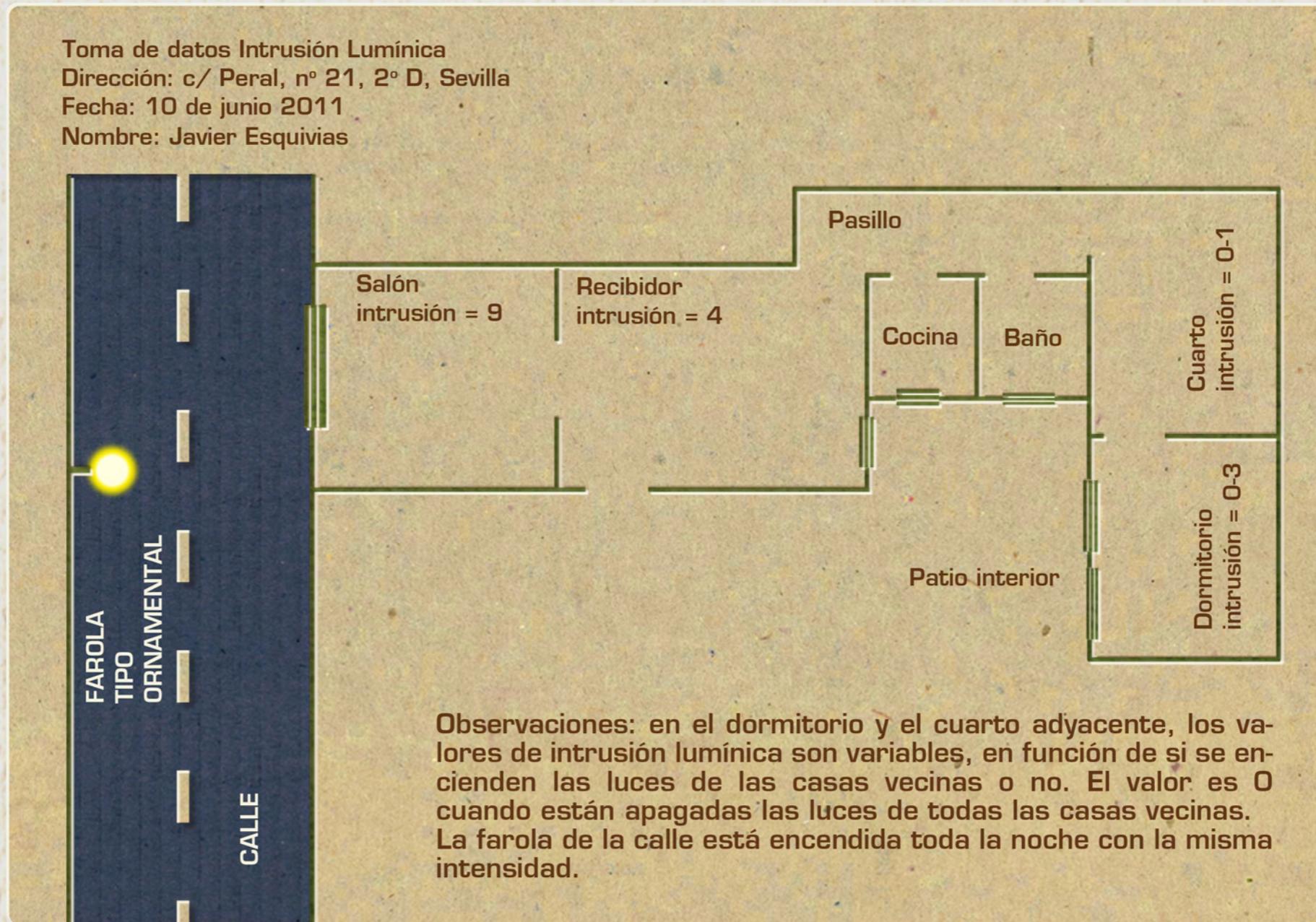
A C H L	1
F J Y M	2
P O E V	3
R T G W	4
Q S U K	5
N B C X	6
Ñ R H I	7
D G K A	8
L N Q M	9

## INTRUSÍMETRO

Comprueba con luz si puedes ver todas las letras con el intrusímetro en la mano y estirando el brazo todo lo que puedas. Apaga las luces retira las cortinas y sube las persianas. Espera unos minutos para adaptar tu vista. Mira el intrusímetro para ver las letras. Las más pequeñas que distingas te indicarán el nivel de intrusión lumínica en el lugar en que te encuentras. El máximo es 9, y el mínimo 0 si no puedes leer ninguna línea.

## BANCO DE RECURSOS ACT. 1.2.

Ejemplo para la toma de datos de Intrusión Lumínica



## BANCO DE RECURSOS ACT. 1.3.

### Definiciones de Contaminación Lumínica

La Contaminación Lumínica es la emisión de flujo luminoso, por fuentes artificiales de luz constituyentes del alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales inadecuados para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada”.

**Ley de Calidad del Cielo y Eficiencia Energética de Andalucía.**

La Contaminación Lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación. El mal apantallamiento de la iluminación de exteriores envía la luz de forma directa hacia el cielo en vez de ser utilizada para iluminar el suelo.

**Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).**

Se entiende por Contaminación Lumínica la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones y/o rangos espectrales donde no es necesario para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.

**Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona.**

Llamamos Contaminación Lumínica al brillo del cielo nocturno producido por la difusión de la luz artificial.

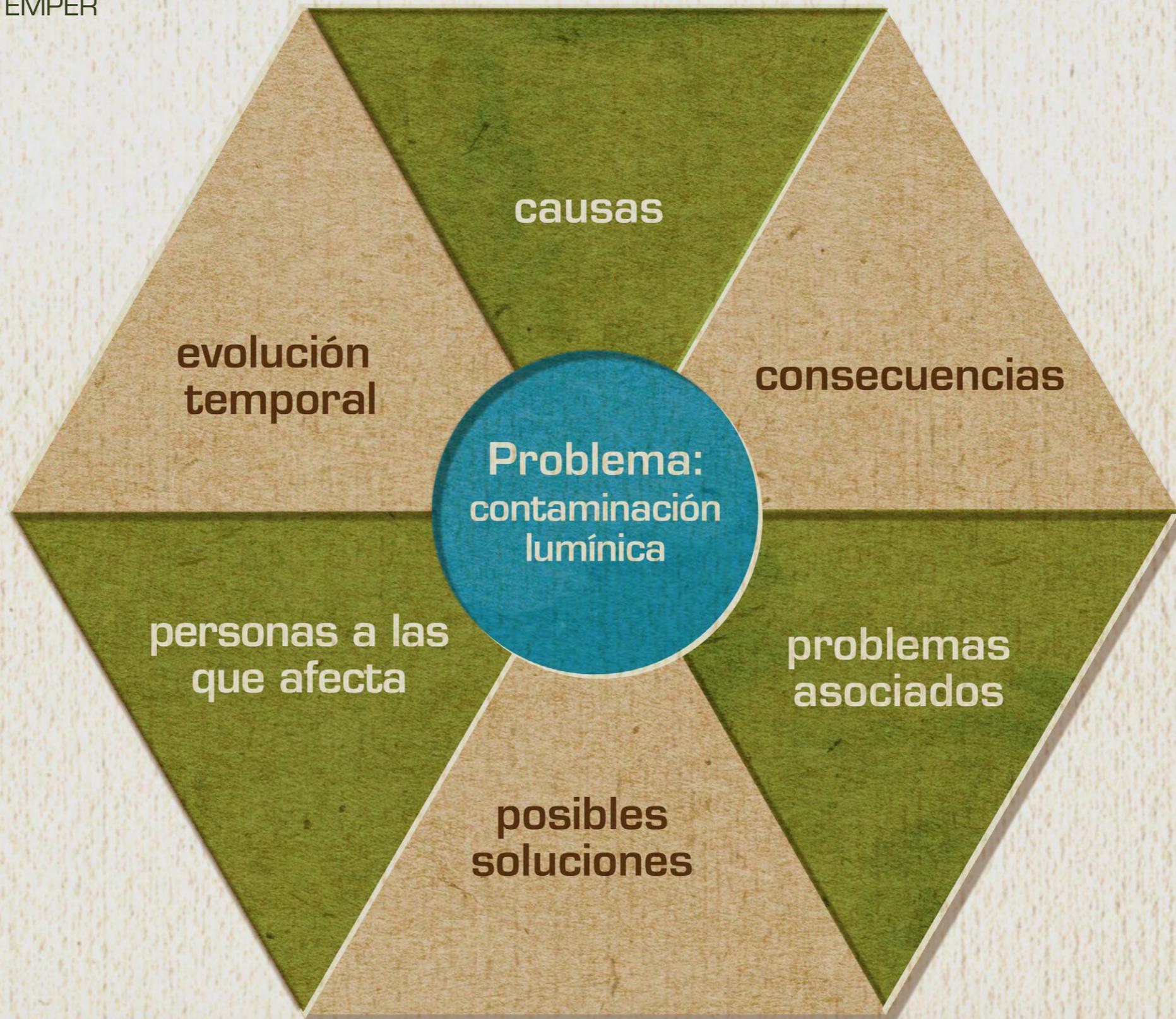
**Colectivo Cel Fosc.**

Emisión de flujo luminoso por fuentes artificiales de luz constituyentes de alumbrado nocturno, con intensidades, direcciones o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada.

**Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía.**

## BANCO DE RECURSOS ACT. 1.3.

CACOPROSOTEMPER



# BANCO DE RECURSOS ACT. 2.3.

Ficha de recogida de datos

## EL CIELO DE NUESTRAS ABUELAS Y ABUELOS

**Nombre de la persona que recoge datos:**

**EDAD:**

**Nombre de la persona que proporciona datos:**

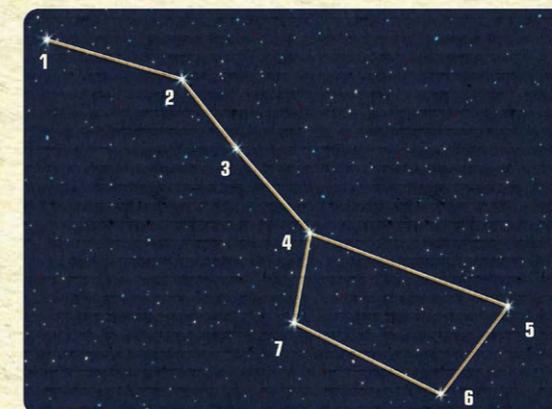
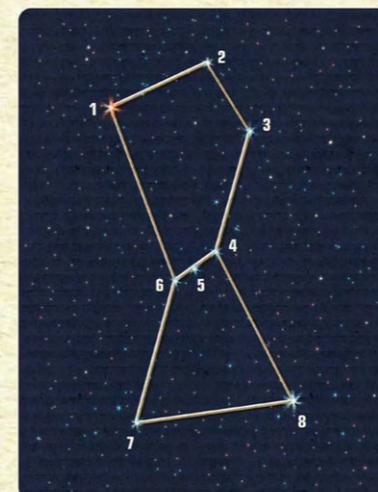
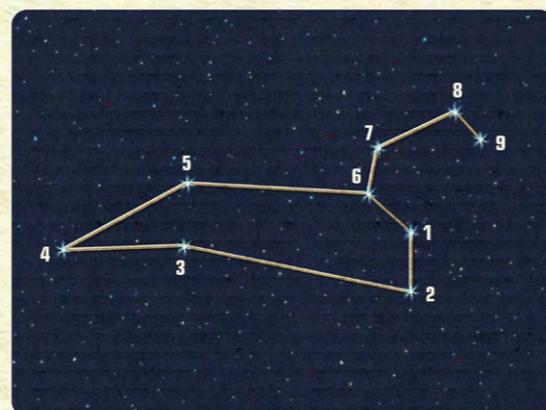
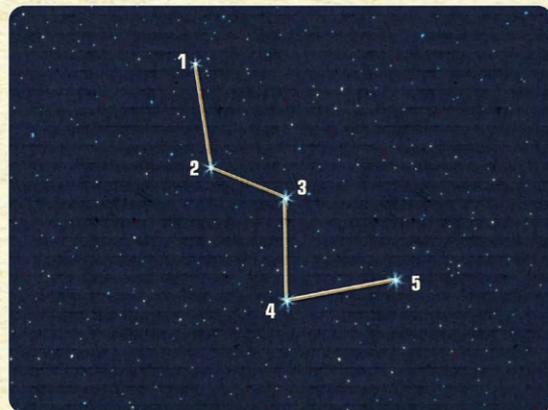
**EDAD:**

**Lugar donde se realiza la investigación:**

**Lugar de procedencia de la persona entrevistada:**

**Nombre de constelaciones o elementos del firmamento que recuerda (anótalas):**

**Reconoce las siguientes constelaciones:**



# BANCO DE RECURSOS ACT. 3.1.

Ficha de recogida de datos: La Caja de Lux

	Medida 1 (lux)	Medida 2 (lux)	Medida 3 (lux)	Media (lux)
Lámpara 1 (potencia en W)				
Lámpara 2 (potencia en W)				
Lámpara 3 (potencia en W)				
Lámpara 4 (potencia en W)				

## BANCO DE RECURSOS ACT. 3.2.

Ficha de recogida de datos: Luces y estrellas desde mi calle.

### ILUMINACIÓN DE LA CALLE

Calle:

Fecha:

Hora:

Grupo:

Tipos de luminarias diferentes:

Nº:

Colocación de luminarias en la acera:

Ambos lados:

Un lado:

Distancia entre luminarias (en metros):

Superficie iluminada:

Homogénea

Claroscuros

Luz hacia el hemisferio superior:

Si

No

Emisión de flujo deslumbrante:

Si

No

Intrusión lumínica en ventanas:

Si

No

Nº estrellas visibles en el carro de la Osa Mayor:

0

3

6

7

Observaciones:

Conclusiones:

# BANCO DE RECURSOS ACT. 3.2.

Ficha de recogida de datos: Tipos de luminaria

	Color de la luz			Altura	Porcentajes de fluos			Forma carcasa			Contaminación Lumínica							
	blanca	amarilla	naranja		% FHS	% FD	% FU	globo	ornamental	otros	oscurecimiento cielo	intrusión	deslumbramiento	sobreiluminación				
Lum.1											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.2											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.3											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.4											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Lum.5											Si	No	Si	No	Si	No	Si	No

Observaciones:

---

Conclusiones:

---

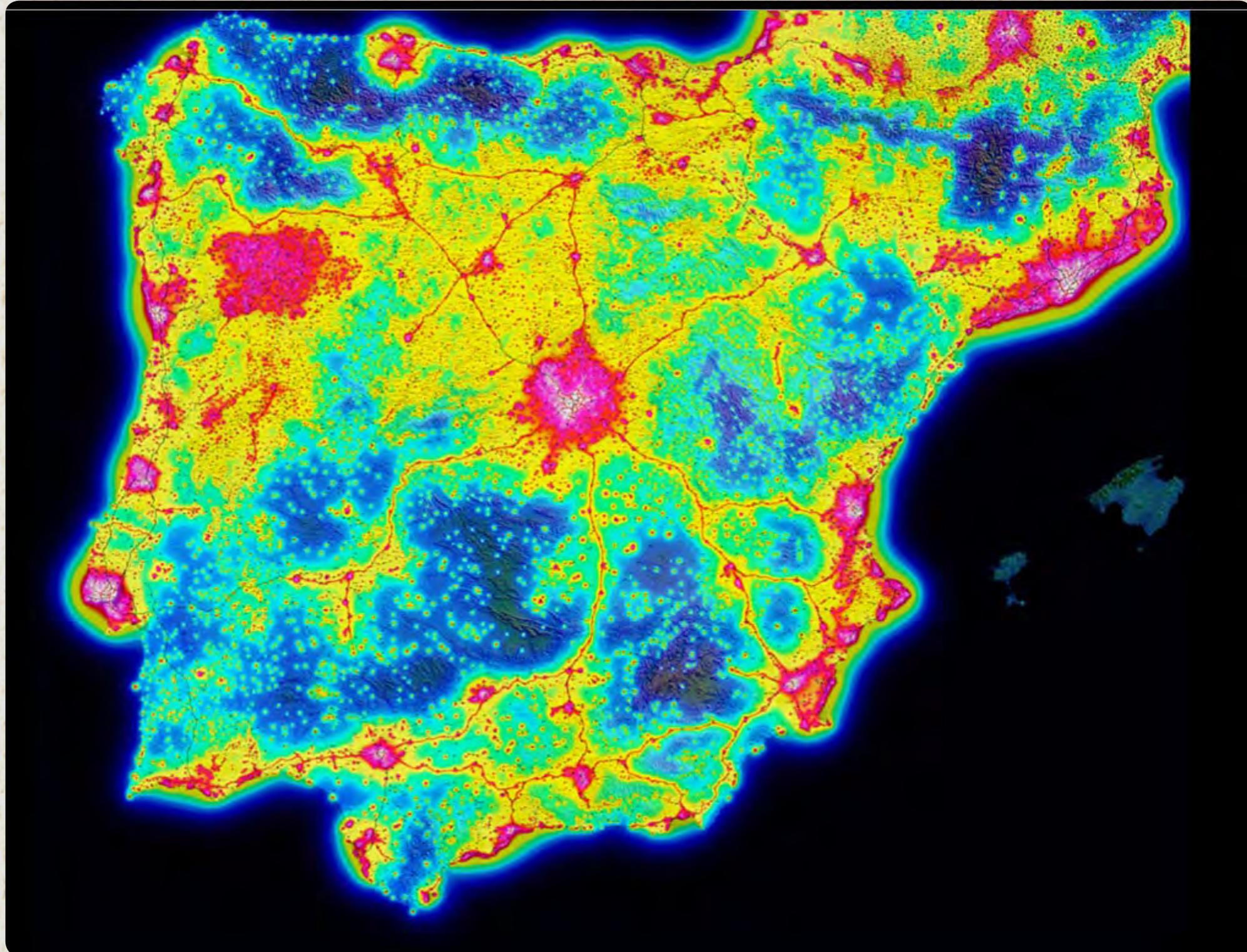
## BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

Imagen nocturna de la Península Ibérica



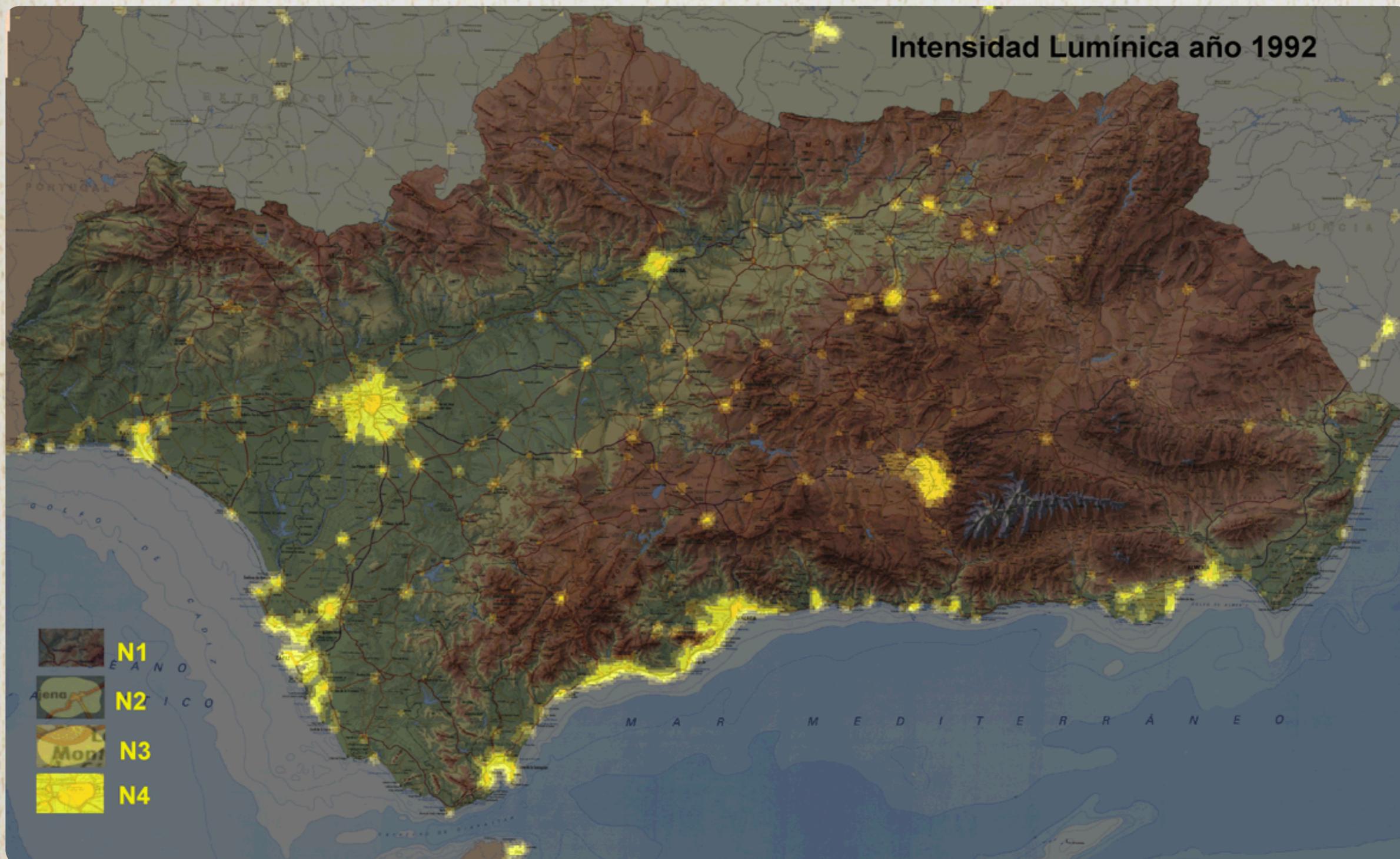
## BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

Imagen de la dispersión de la Contaminación Lumínica



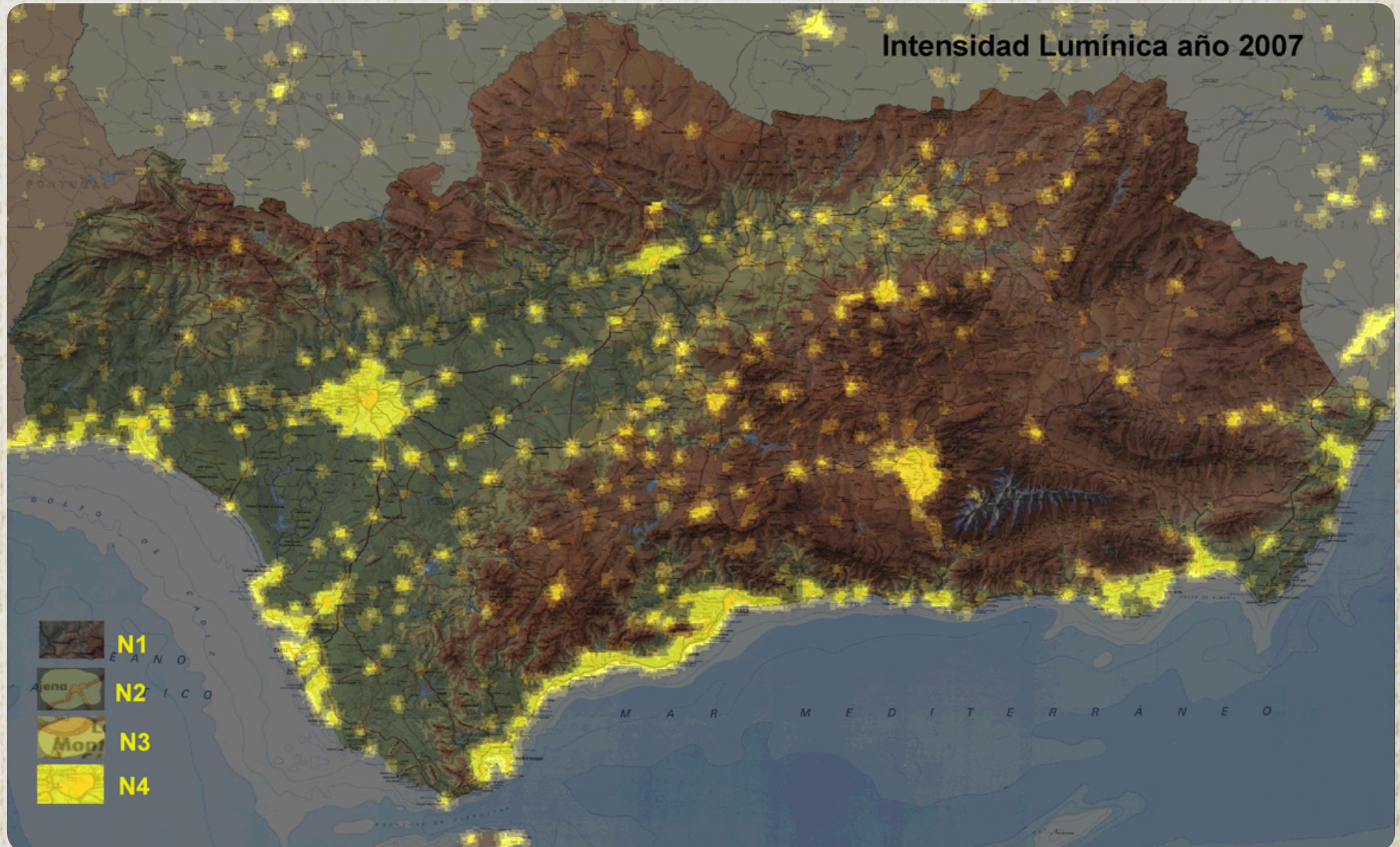
## BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

Intensidad lumínica en Andalucía año 1992



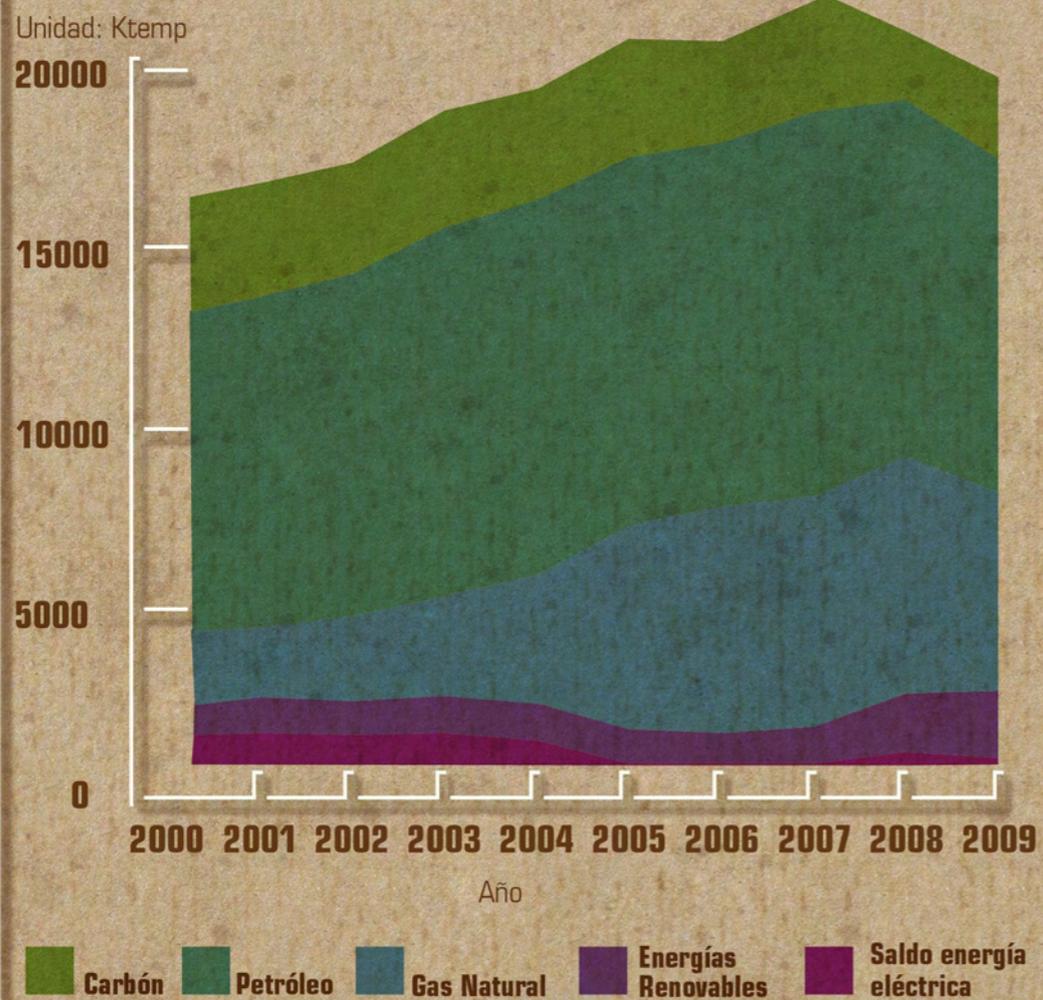
## BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

Intensidad lumínica en Andalucía año 2007

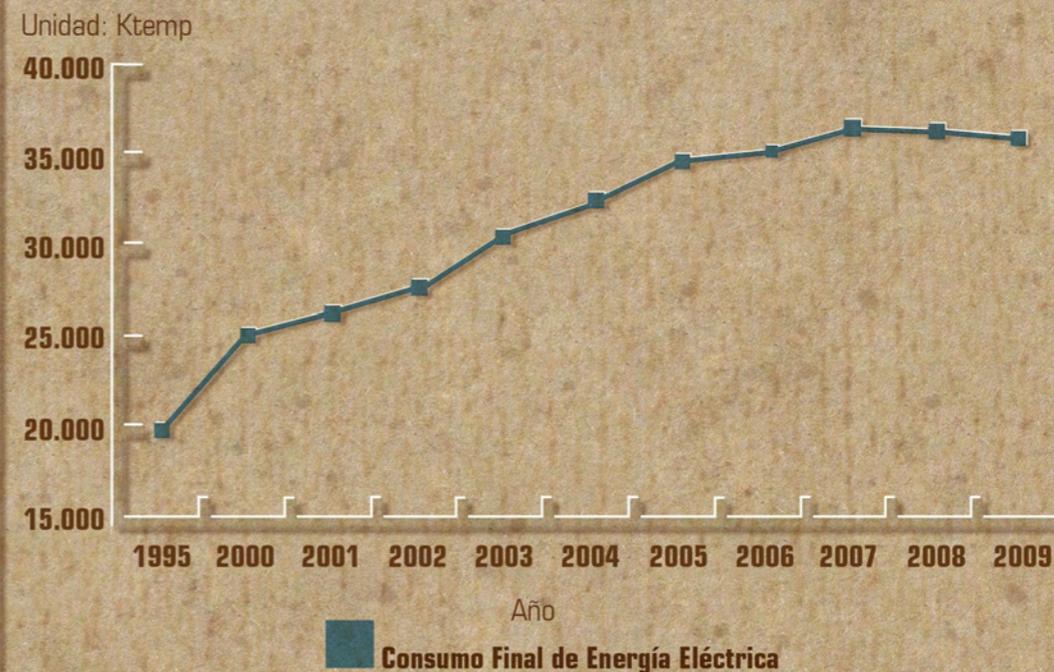


# BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

### Evolución del consumo de energía primaria por fuentes

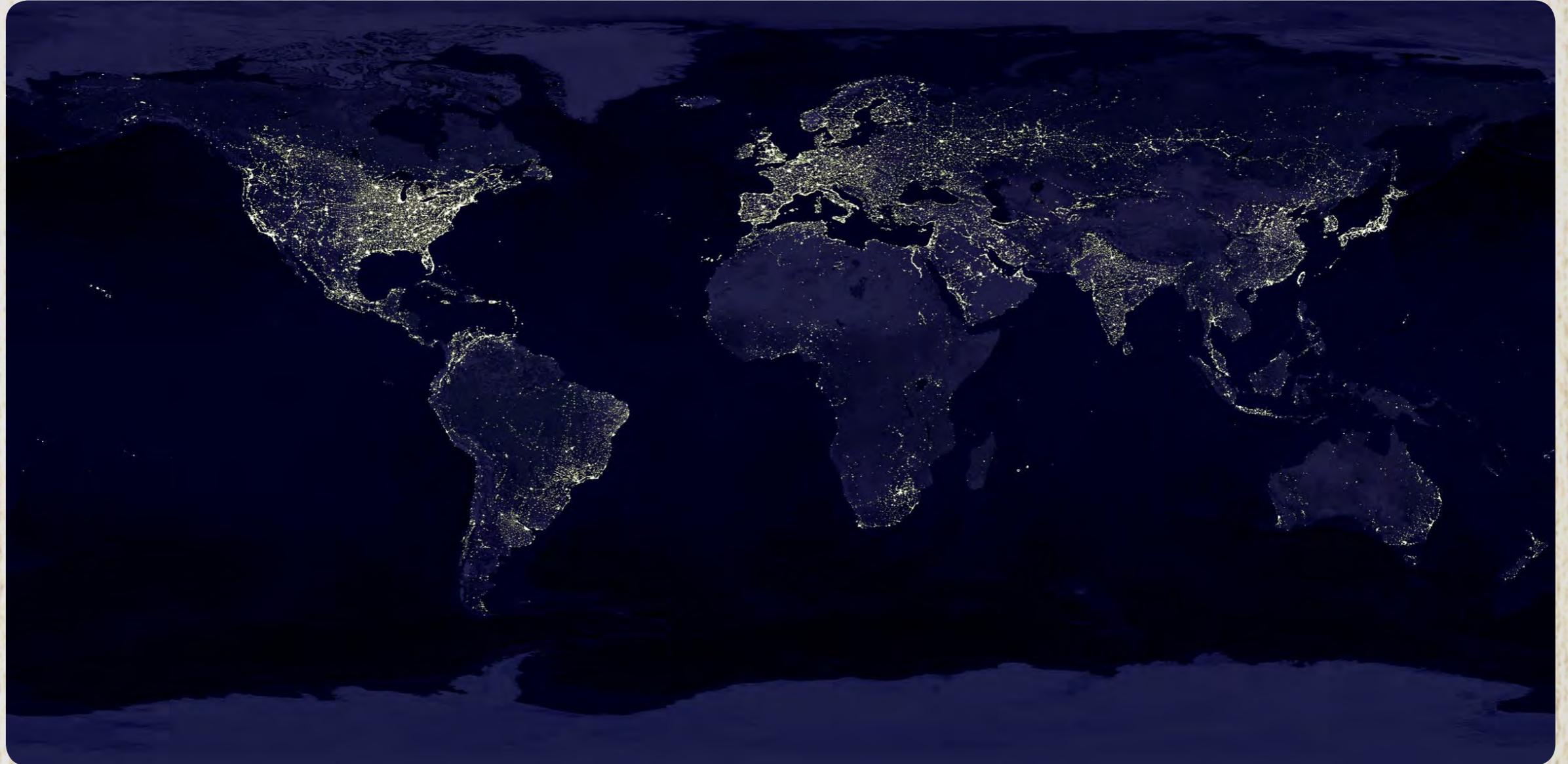


### Evolución del consumo final de energía eléctrica



## BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

Imagen del planeta Tierra por la noche visto desde el espacio



# BANCO DE RECURSOS ACT. 3.3.

Densidad de la población en el mundo



# BANCO DE RECURSOS ACT. 4.1.

Esquema de relaciones





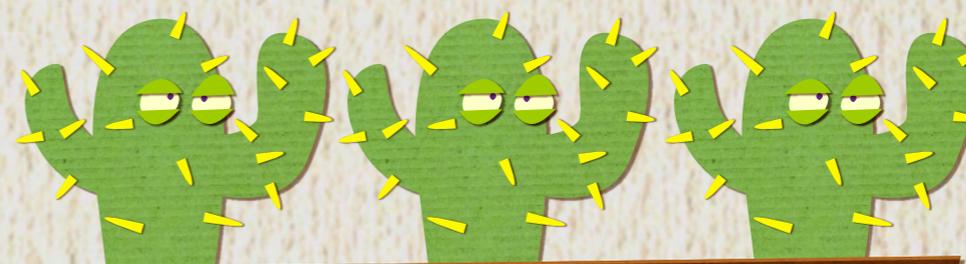
**ALTERACIÓN EN EL DESCANSO  
DE LA POBLACIÓN**



**CAMBIOS CULTURALES**



**CONTAMINACIÓN LUMÍNICA**



**PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD**



**MODIFICACIÓN EN LAS  
FLORACIONES DE LOS  
VEGETALES**



**CAMBIO CLIMÁTICO**



**ALTERACIÓN DE LAS  
POBLACIONES  
DE INSECTOS**



**ALTERACIÓN DEL  
FUNCIONAMIENTO  
DE ECOSISTEMAS  
NOCTURNOS**





**VERTIDOS DE PETRÓLEO EN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS**



**LOS RECURSOS ENERGÉTICOS SE CONVIERTEN EN UN RECURSO LIMITADO Y ESCASO**



**CONSUMO EXCESIVO DE RECURSOS ENERGÉTICOS**



**EXCESO DE ILUMINACIÓN**



**DESLUMBRAMIENTOS**



**ESTRÉS**

## Personajes



**LUMITRÓN**

Abogado defensor del sistema de iluminación dominante. Sus argumentos son los siguientes:

Las estrellas son inmutables y eternas. Siempre han estado ahí, y siempre permanecerán. No debemos temer por ellas.

La Contaminación Lumínica es inocua, no tiene repercusiones, es un capricho de las personas aficionadas a la astronomía, no hay por qué preocuparse.

Cuanta más luz, mejor veremos. Y es importante que veamos bien.

De todas maneras la culpa del resplandor nocturno es de la contaminación atmosférica de las ciudades, y solo afecta a las ciudades.

Además una instalación de alumbrado poco contaminante es mucho más cara, y eso inevitablemente provocaría un aumento de los impuestos.

En caso de que tomemos alguna determinación evitaremos solamente que las luminarias iluminen hacia el cielo, y usaremos lámparas de bajo consumo energético, a ser posibles de luz blanca.

Y proponemos en todo caso zonas en las que se permitan distintos porcentajes de iluminación al cielo.

Además ya existe una normativa de alumbrado en vigor que conduce a la reducción de la Contaminación Lumínica.

**LUMITRÓN**



**ASTRÓNOMAS Y ASTRÓNOMOS**

Personas que dedican su vida a la observación y conocimiento del cielo y las estrellas.

Llevan años percibiendo y trabajando para solventar el problema derivado de la Contaminación Lumínica. Gracias a estas personas se han comenzado a tomar medidas pero saben que aun no son suficientes. Sus argumentos son los siguientes:

Con la legislación sólo no es suficiente, es necesaria su aplicación. Además los conocimientos técnicos y científicos van cambiando. Continuamente se van haciendo nuevos descubrimientos sobre el efecto que la incorrecta iluminación puede tener en los seres vivos y su medio.

El problema no es solo la pérdida de la capacidad o el derecho de observar cielos estrellados, también afecta a la salud humana y natural.

La Contaminación Lumínica no es un problema que atañe solo a las ciudades, en pleno campo, sin farolas a la vista y con aire limpio, también observamos Contaminación Lumínica.

El problema no es solo la luz que se emite hacia el cielo. Se puede contaminar siempre que se arroje luz donde no sea necesaria, ya sea al firmamento, a las ventanas de un domicilio, a ríos, lagos o incluso carreteras, donde además producen deslumbramientos.

Las emisiones de luz de manera horizontal, o próxima a la horizontalidad son las más perjudiciales. Tanto por encima de la horizontal, que facilita la Contaminación Lumínica a grandes distancias de la fuente, como por debajo provocando deslumbramientos e intrusiones lumínicas.

Utilizar bombillas de bajo consumo en el alumbrado público no garantizará la reducción de la Contaminación Lumínica. Es preciso usar luminarias con las luces adecuadas, y que emitan la luz hacia las zonas que deben ser iluminadas, situadas a las distancias adecuadas para que las luces no se solapen, y otras medidas por el estilo. Pero sí hay que tener en cuenta que reducir la Contaminación Lumínica, conlleva un mejor aprovechamiento de la energía, evitando así su despilfarro y los problemas asociados, tales como el Cambio Climático, o el agotamiento de los recursos.

La situación no se solucionará sola, precisa que todas y todos nos impliquemos en la búsqueda y aplicación de soluciones.

**ASTRÓNOMAS Y ASTRÓNOMOS**

## Personajes



**ASSVVACL (Asociación de Seres Vivos afectados por la Contaminación Lumínica)**

Representan a todas las plantas y animales que se ven afectadas por los efectos de la Contaminación Lumínica. Las personas, seres vivos también, han constituido un grupo a parte porque comprenden que aunque son sufrientes de las consecuencias también son causantes en parte. Sus argumentos son:

La mayoría de nosotros y nosotras vivimos fuera de las ciudades, sin embargo estamos notando cambios en nuestros funcionamientos. A las zonas más alejadas de las ciudades también le afecta la Contaminación Lumínica, principalmente las emisiones horizontales.

Con tanta luz, los seres vivos adaptados a la vida nocturna en ausencia de luz, están siendo seriamente amenazados, pues desaparece el principal factor de los ecosistemas nocturnos, la oscuridad.

Varias plantas reconocen que sus momentos de floración están siendo afectadas por los cambios en la luz percibida.

Varias especies de aves migratorias se sienten trastornadas, e incluso modifican sus rumbos migratorios atraídos por los focos de luz.

Las polillas manifiestan estar totalmente alteradas, algunas especies declaran sentirse irremediablemente atraídas por los focos de luz blanca, mientras que otras se declaran incapaces de atravesar las zonas iluminadas.

Los murciélagos y aves que se alimentan de polillas, manifiestan su descontento al tener a las polillas tan alteradas. Para alimentarse tienen que ir a los focos de luz donde estas se acumulan, convirtiéndose a su vez en fáciles presas para otros depredadores nocturnos como lechuzas o cárabos.

Además manifestamos nuestro descontento por sufrir las consecuencias pero sin tener ni responsabilidad, ni capacidad para actuar en consecuencia.

Es tarea de las personas solucionar el problema.

**ASSVVACL (Asociación de Seres Vivos afectados por la Contaminación Lumínica)**

## Personajes



**APACL (Asociación de personas afectadas por la Contaminación Lumínica)**

Son ciudadanas y ciudadanos que están sufriendo las consecuencias de la Contaminación Lumínica y sus argumentos son los siguientes:

Hemos perdido el derecho a tumbarnos boca arriba a disfrutar de un cielo lleno de estrellas.

!!!Queremos que nuestras hijas e hijos puedan disfrutar de los cielos estrellados!!!

Este problema cada vez se nota más fuera de nuestras ciudades y pueblos.

La luz entra continuamente por nuestras ventanas, incluso en horas en que no es necesaria tanta iluminación. Esto hace que no podamos mantener las persianas abiertas para que entre el fresco, si queremos dormir.

No descansar correctamente nos provoca estrés, tristeza y enfermedades.

No necesitamos más luz, sino mejor visibilidad.

No entendemos porqué hay que mantener los monumentos u otras obras arquitectónicas iluminadas cuando nadie las va a disfrutar.

Comprendemos que existe una legislación vigente, pero esta legislación hay que aplicarla.

Nos uniremos para reivindicar que las personas responsables adopten medidas al respecto.

**APACL (Asociación de personas afectadas por la Contaminación Lumínica)**

### Cata de Pere Horts

Tomé la decisión de empezar esta lucha cuando, en abril de 1992, durante unas Jornadas Estatales de Astronomía celebradas en la isla de La Palma, después de escuchar a diestro y siniestro los lamentos de mis colegas por la progresión imparable de la contaminación, propuse la simple redacción de un escrito de denuncia y nadie me hizo el menor caso, por considerar que se trataba de una guerra perdida de antemano. Pensé entonces que no era nada lógico, pero sí muy cómodo, dar por perdida una batalla en la que uno está cargado de razón, máxime cuando en Canarias ya existía la prueba palpable de que era perfectamente compatible el objetivo de la protección del cielo nocturno con las necesidades luminotécnicas de una sociedad avanzada. Al regresar, convencí a mis compañeros de la Societat Astronómica de Figueres de la necesidad de iniciar una protesta, al menos con el fin de parar la progresión del fenómeno en nuestra comarca. Así empezó todo y aquí estamos hoy, ocho años después, a punto de tener una ley y habiendo contribuido a crear un revuelo notable en el resto del estado.

Por delante hay una inmensa tarea pedagógica que hacer. Hay que conseguir que la gente entienda que hacer un uso racional de la energía, en general, y de la eléctrica, en particular, no solamente es un beneficio económico para el usuario, sino un ejercicio de responsabilidad personal y, me atrevería a decir, también, un deber ético. Olvidamos con frecuencia que somos simples usuarios transitorios del planeta, y no sus propietarios. Como decía en una conocida carta, uno de los últimos jefes indios al presidente de los EEUU: “la Tierra no nos pertenece; nosotros pertenecemos a la Tierra”. Curiosamente, la astrofísica del siglo XX le ha dado la razón, al haber puesto de manifiesto nuestra profunda vinculación y dependencia del cosmos: estamos hechos de materia de estrellas y a ellas debemos nuestra existencia. Si las eliminamos, desaparece su testimonio constante de nuestros orígenes. Con ellas se desvanece también algo muy precioso de nosotros mismos. Por esta razón, y hoy con mayor motivo, tenemos el deber de preservar la Tierra y el cielo para el disfrute de las futuras generaciones que, aunque todavía no existen, tienen derecho a que se les entregue un planeta habitable.

Confieso también que, con el tiempo, ha variado el orden de mi valoración sobre los efectos de la Contaminación Lumínica. Inicialmente me importaba únicamente el impacto negativo del fenómeno en la observación astronómica. Era lo que me concernía más directamente. Ahora, sin renunciar a ello en absoluto, concedo una creciente importancia a los demás efectos medioambientales que ocasiona. Con el tiempo, cada vez me pesa más la conciencia de que nada nos autoriza a esquilmar los recursos naturales de la Tierra, inmersos como estamos en una especie de vorágine consumista y comportándonos como si fuéramos la última generación de habitantes del planeta.

Daba grima, por ejemplo, contemplar por televisión los fastos del recientemente celebrado falso milenio y observar cómo los habitantes de las grandes metrópolis del mundo competían entre sí por ver quien consumía más kilovatios enviando luz al cielo, llenando el aire de desechos pirotécnicos y las calles de toneladas de basuras, en un patético intento de demostrar su chauvinista e ilusoria pretendida superioridad respecto de los demás. Aquella fue, sin duda, la noche con la mayor Contaminación Lumínica de la historia. Uno deseaba entonces y también ahora que ¡ojalá! fuera también la única.

*PERE HORTS, Colectivo Cel Fosc, 2006*

# BANCO DE RECURSOS ACT. 5.2.

## Ficha de Diagnóstico A

A cumplimentar en cualquier momento, es decir, no es preciso que estén iluminando las farolas.

Sector:

Personas que desarrollan el diagnóstico lumínico

Nº total de luminarias en el sector:

Lum / caract.	Horarios de encendido	Altura a la que se encuentra el foco de luz		Distancia a la luminaria anterior (metros)	Distancia a la luminaria siguiente (metros)	¿Emiten luz hacia arriba?		Forma de carcasa (dibújala)		
		<4m (menos altura que un primer piso)	>4m (mayor altura que un primer piso)			Si	No	Globo	Ornamental	Otros
Lum.1										
Lum.2										
Lum.3										
Lum.4										
Lum.5										

Observaciones que estiméis de interés:

# BANCO DE RECURSOS ACT. 5.2.

## Ficha de Diagnóstico B

A cumplimentar cuando las luminarias estén encendidas y a ser posible durante la fase de oscuridad (tarde-noche, noche o primera hora de la mañana)

Sector:

Hora en la que se realiza la toma de datos:

Personas que desarrollan el diagnóstico lumínico

Nº total de luminarias en el sector:

Lum / caract.	Color de la luz			Superficie iluminada		Intrusión (zonas que ilumina innecesariamente)		
	Blanca	Amarilla	Naranja	Homogénea	Creando claro-oscuros	Ventanas	Paredes	Otras Indicad cuál
Lum.1								
Lum.2								
Lum.3								
Lum.4								
Lum.5								

Observaciones que estiméis de interés:

Ejemplo de contrapublicidad

**24hs**  
**NONSTOP**

# Luminador

*Ciudad de luminarias*

PORQUE LA NOCHE ES COSA DEL PASADO.

**¡REGALO!**  
KIT COMPLETO DE  
CONSTELACIONES FOSFORESCENTES

Para las noches de amor,  
crea tu propio cielo estrellado

\*Gasta muchas Baterías  
AAAA No incluidas

**EXTRA:**  
REPELENTE DE POLILLAS LOCAS.

**ADVERTENCIA: ESTA CIUDAD NO PUEDE PROVOCAR SOMNOLENCIA.**

ESTRELLAS

LUZ

The advertisement is a vibrant, stylized illustration. It features a central couple in a romantic embrace, a cityscape with glowing buildings, and various promotional elements. The text is bold and colorful, with a mix of uppercase and lowercase letters. The overall aesthetic is playful and whimsical.

