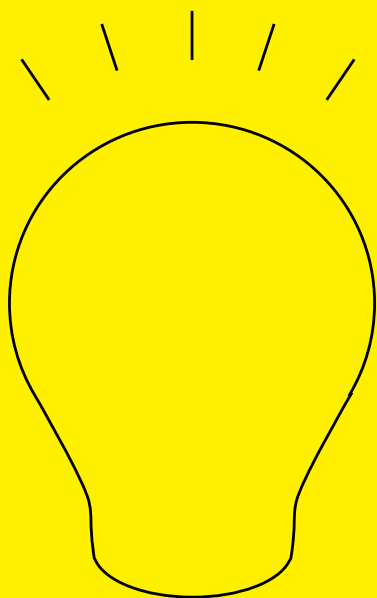


EL LADO
OSCURO
DE LA LUZ
CONTA-
MINACIÓN
LUMINICA

CUADERNO DIDÁCTICO



CONTAMINACIÓN
LUMÍNICA
EL LADO
OSCURO
DE LA LUZ

CUADERNO DIDÁCTICO

INTRODUCCIÓN

El Museo de la Ciencia y el Agua presenta la exposición “El lado oscuro de la luz: Contaminación lumínica”, con la que pretendemos concienciar a los ciudadanos sobre las consecuencias de un tipo de contaminación física que todavía es poco conocida y valorada. En el lenguaje que todos utilizamos en nuestra vida cotidiana los términos relacionados con la luz siempre tienen una connotación positiva (lúcido, brillante, luminoso...) sin embargo, la luz también tiene un “lado oscuro” o desconocido para la mayoría de los ciudadanos.

La contaminación lumínica no sólo se refiere a la proyección directa de luz hacia el cielo, sino también a la iluminación innecesaria de cualquier zona, ya sea el firmamento, ventanas de casas, plazas y calles públicas, vías de circulación, etc. Aunque a simple vista nos pueda parecer un problema que afecta sobre todo a los astrónomos y que no es muy relevante para el resto de la población, en realidad muchos de los temas que nos preocupan actualmente (como por ejemplo la crisis energética, el cambio climático, la disminución de la biodiversidad, la pérdida de contacto con el mundo natural o la calidad de vida de los ciudadanos, entre otros, tienen mucho que ver con la contaminación lumínica.

El hombre ha provocado numerosos cambios en el medio ambiente, pero probablemente ninguno ha sido tan radical como la desaparición de la noche, parcial en algunos lugares o total en otros, sobre todo en las grandes urbes. Tanto es así, que a muchos kilómetros de las ciudades hoy en día es posible observar un brillo en el cielo mucho más intenso del que hubo en las noches terrestres durante miles de millones de años. Los seres vivos han evolucionado adaptados a un patrón regular de luz-oscuridad y es

inevitable que, en mayor o menor medida, se vean afectados en su comportamiento y condiciones de vida por esta luz nocturna. Todo ello provoca importantes desequilibrios en el medio natural y una grave amenaza para la biodiversidad.

El ser humano, como cualquier otro animal, resulta afectado por este cambio radical en su entorno. Cada vez son mayores las evidencias de que el exceso de luz en la noche altera nuestros ciclos de sueño-vigilia, trastorna nuestros relojes internos y procesos hormonales con consecuencias que pueden ser graves para nuestra salud. Y por supuesto, cualquier gasto eléctrico innecesario, como el que produce la contaminación lumínica, supone un despilfarro económico y de recursos energéticos que resulta injustificable.

Mediante paneles de gran formato, experimentos, maquetas interactivas, ambientes inmersivos, colecciones entomológicas, piezas de gran valor histórico o software interactivos, entre otros recursos museográficos y divulgativos, los visitantes de la exposición podrán conocer diferentes aspectos de esta problemática, tomarán conciencia de cómo nos afecta y de las soluciones que se vienen planteando.

Ámbito 1

FÍSICA DE LA LUZ

Nos acerca al conocimiento de algunas de sus propiedades y la manera como interactúa con la atmósfera.

Nos muestra de forma práctica importantes conceptos de física, presentes en los currículos de los diferentes niveles educativos, y nos permite entender mejor qué ocurre cuando introducimos demasiada luz artificial en la atmósfera.

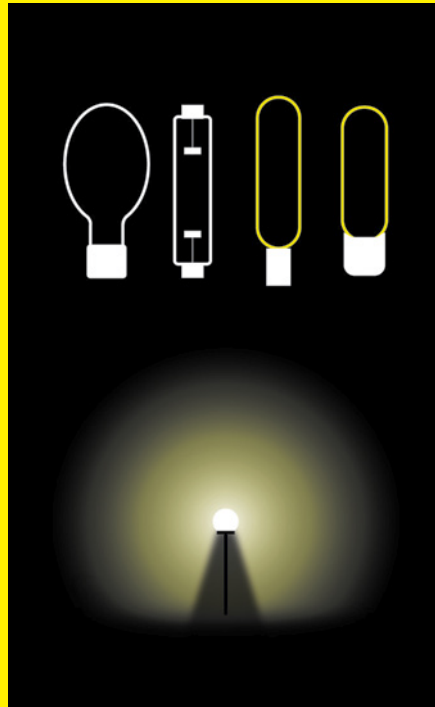


Ámbito 2

CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Define la problemática, aclara multitud de errores conceptuales comunes, y especifica cómo, qué, cuánto y cuándo iluminar.

Se plantean una serie de pautas para iluminar que, a pesar de su sencillez, rara vez encontramos aplicadas en nuestras calles, parques y comunidades vecinales.

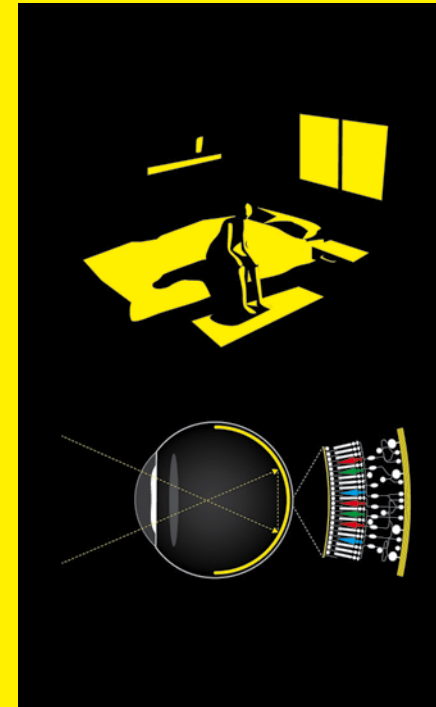


Ámbito 3

CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Se exponen las múltiples facetas de nuestro entorno que se ven afectadas por este fenómeno.

La manifestación más evidente de la contaminación lumínica es la desaparición, en mayor o menor grado, del cielo estrellado, fenómeno que ha convertido al firmamento en un gran desconocido para los jóvenes.



Ámbito 4

SOLUCIONES Y PERSPECTIVAS

Se presentan una serie de iniciativas y diferentes formas de cuantificar y combatir la contaminación lumínica.

Es éste un problema omnipresente en nuestra sociedad, pero reducir sus efectos está al alcance de todos, es sencillo y se puede realizar de manera que todos volvamos a disfrutar de ese firmamento que ha maravillado a la humanidad desde siempre.



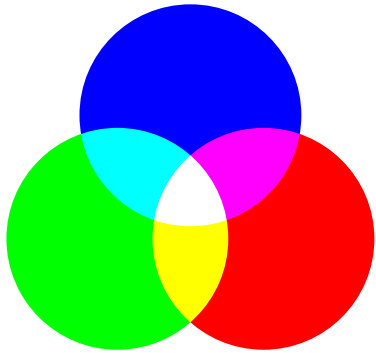
ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN PRIMARIA

ACTIVIDADES PREVIAS

1

LUZ BLANCA, COLORES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.

En realidad existen tres colores: rojo, verde y azul, llamados colores primarios, que al mezclarse en diferentes proporciones dan lugar al resto de los colores. Cuando se mezclan todos en las mismas cantidades producen luz blanca.



Señala en el dibujo los colores secundarios.

Escribe debajo la mezcla de colores que dan lugar a ellos:

Amarillo:

Magenta:

Cian:

¿Por qué la intersección de los círculos es de color blanco?

2

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y DERROCHE ENERGÉTICO.



Observa con atención esta imagen de España desde el espacio. Las zonas iluminadas se corresponden con lugares donde se proyecta de forma innecesaria luz artificial a la atmósfera. Con estas fotografías los científicos estudian la contaminación lumínica de nuestro país.

Es evidente que hay zonas demasiado iluminadas por la noche y otras que proyectan menos luz. Fíjate en el punto central, es donde existe más contaminación lumínica. ¿Con qué comunidad autónoma se corresponde?

La luz proyectada hacia el cielo, además de impedirnos ver las estrellas, supone un derroche de energía. ¿Tiene eso que ver con el cambio climático en el planeta?

Señala dos factores que influyen en el aumento de la temperatura y por tanto en el cambio climático:

- Quema de combustibles fósiles.
- Desaparición de los bosques.
- Empleo de energías renovables.

Ámbito 1. FÍSICA DE LA LUZ

3

EL MISTERIOSO ARCO IRIS.

La formación del arco iris en el firmamento siempre fue un misterio para la humanidad hasta que Isaac Newton, con un experimento, logró descomponer la luz blanca del sol en todos los colores del arco iris y planteó que eran siete.

En este arco iris se han perdido los colores, Intenta completarlo siguiendo el orden de la escala que hay encima.

¿Cuántos colores forman el arco iris?



4

EL DISCO DE NEWTON.

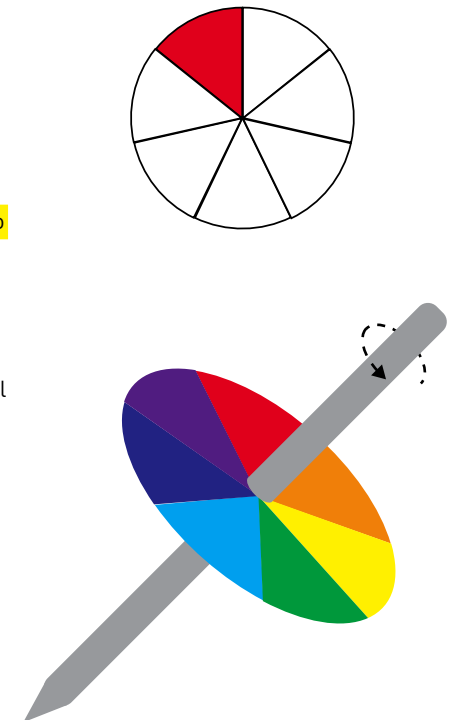
Te proponemos hacer un experimento relacionado con la descomposición de la luz.

Dibuja un círculo con sectores pintados en colores rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta. Recorta el papel y pégalo en una cartulina. Introduce un lápiz en el centro para hacerlo girar. Hazlo girar rápidamente y comprobarás como los colores se combinan formando el color blanco.

Con este dispositivo se demuestra que la luz blanca está formada por los siete colores del arco iris.

Al girar el disco muy rápido, nuestros ojos no pueden ver los colores por separado y percibimos una mezcla de todos: el blanco.

¿Qué crees que percibiríamos si el disco girara sólo con el color rojo y azul?



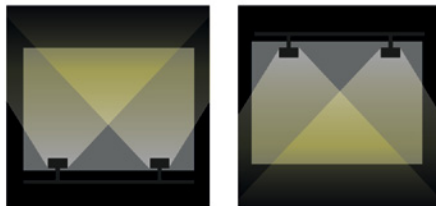
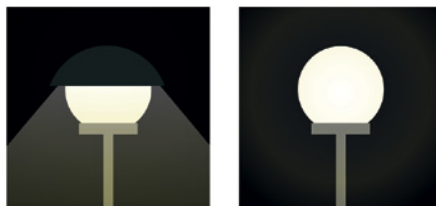
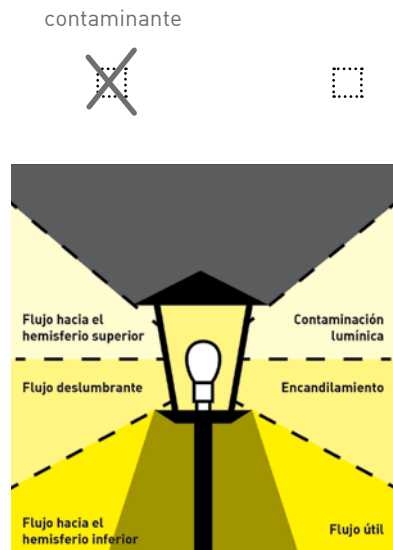
Ámbito 2. CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

5

EL ALUMBRADO EXTERIOR:
LAS LUCES SIEMPRE HACIA ABAJO.

En la iluminación de nuestras casas y calles se desaprovecha mucha energía lumínica. Tal como puedes observar en la imagen de abajo, deberíamos respetar el "flujo útil", dirigiendo la luz hacia abajo y evitar la luz horizontal que deslumbra a las personas. El flujo de luz que se dirige hacia arriba es el más inútil, puede meterse dentro de las casas, y es el que más contamina.

Intenta diferenciar en cada pareja de luminarias la que es contaminante de la que no lo es.



6

¡CUIDADO CON LA LUZ POR LA NOCHE,
ES PERJUDICIAL PARA LA SALUD!

El organismo humano necesita luz durante el día y oscuridad por la noche, por eso es recomendable hacer alguna actividad al aire libre con luz diurna, tener luces suaves al anochecer y dormir con la mayor oscuridad posible.

Señala si las siguientes actividades son adecuadas o no para tener una buena salud:

Pasarte el día entero metido en casa

adecuado

inadecuado

Dormir con una luz encendida

adecuado

inadecuado

Jugar con el ordenador hasta la hora de ir a dormir.

adecuado

inadecuado

Hacer una excursión por el campo

adecuado

inadecuado

Jugar en el parque a principio de la tarde

adecuado

inadecuado

Bajar las persianas por la noche si entra mucha luz de la calle

adecuado

inadecuado

Tener una luz muy brillante encendida justo antes de dormir

adecuado

inadecuado

Estar toda la tarde con las persianas bajadas para ver mejor la televisión

adecuado

inadecuado

Ámbito 3. CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

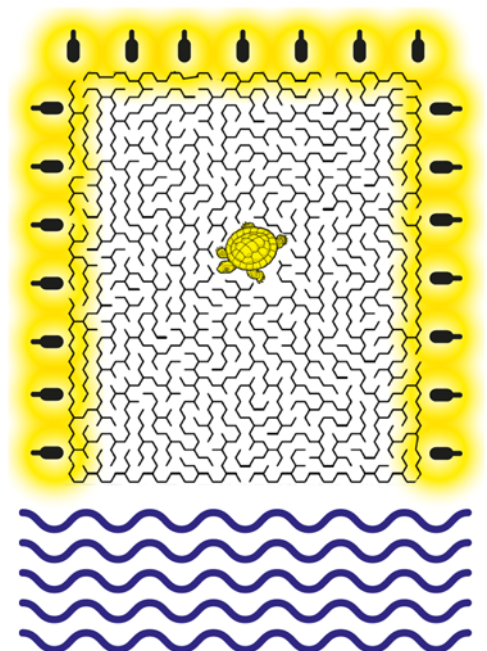
7

ANIMALES NOCTURNOS CON PROBLEMAS.

La vida de los animales nocturnos también se ve perturbada por el fenómeno de la contaminación lumínica: rompe las relaciones de presa-depredador, altera su reposo, afecta a las estrategias de camuflaje, incide en su reproducción, etc.

¿Tortugas desorientadas? Las tortugas marinas nacen durante la noche en las playas y, si quieren sobrevivir, tienen que llegar rápidamente al mar. Sin embargo, las luces cercanas a la costa pueden desorientarlas.

Ayuda a esta tortuga a encontrar su camino hasta la playa.



ACTIVIDADES PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA

ACTIVIDADES PREVIAS

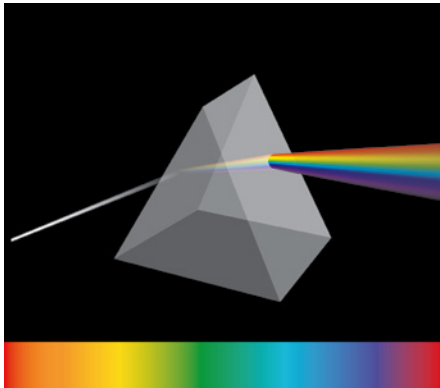
1

LA DESCOMPOSICIÓN DE LA LUZ.

Isaac Newton fue un científico inglés que vivió entre 1642 y 1727. Uno de sus hallazgos fue descomponer la luz blanca del sol en la luz de diferentes colores que la compone mediante un prisma, del mismo modo que ocurre en las gotas de agua cuando vemos el arco iris. Posteriormente pasó la luz descompuesta en todos los colores por otro prisma donde se unieron volviendo a dar luz blanca.

¿Dónde empieza y acaba cada color?

¿Qué longitudes de onda se desvían más?



2

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y DERROCHE ENERGÉTICO.

A partir de fotografías tomadas desde los satélites, los científicos pueden medir la contaminación lumínica de cualquier zona de la Tierra. Su distribución es muy desigual, las zonas más densamente pobladas y los países más desarrollados son los que producen mayor contaminación lumínica y gasto energético innecesario.

Observa esta imagen y localiza España. Señala donde se sitúa la mayoría de los países que provocan contaminación lumínica ¿En el hemisferio norte o en el sur?

¿En qué continente crees tú que existe menos contaminación lumínica? ¿Por qué?

Además de no poder ver las estrellas del firmamento ¿Crees que se está derrochando la energía eléctrica? ¿Cómo afecta al cambio climático?

Ámbito 1. FÍSICA DE LA LUZ

3

LUZ Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

La luz blanca se compone de colores que se propagan en línea recta y con una longitud de onda determinada. Sin embargo, todos estos colores no están nitidamente divididos entre sí, sino que forman un espectro continuo.

Observa el esquema de la parte inferior que explica la descomposición de la luz blanca mediante un prisma y contesta las siguientes preguntas:

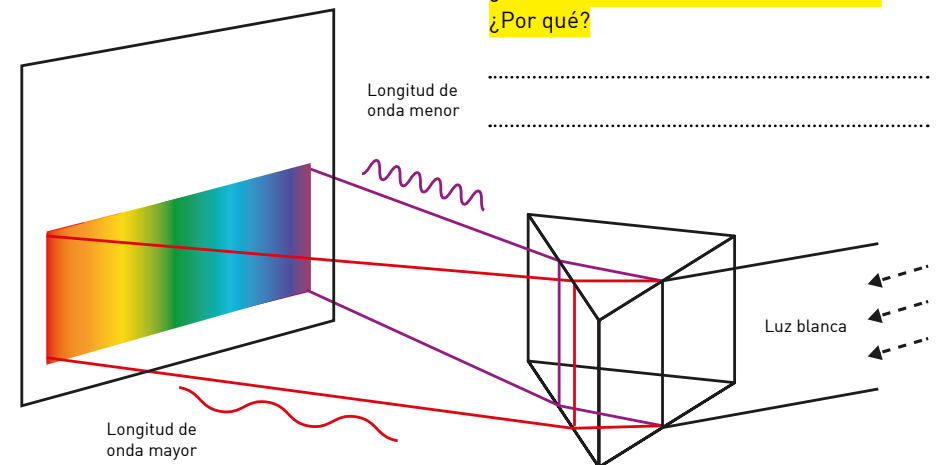
¿Cuál tiene mayor longitud de onda?
¿Cuántos milímetros tiene de longitud?
¿Y cuántos nanómetros?

¿Qué onda tiene más energía y cuál se propagará a mayor velocidad?

¿Qué onda se esparcirá más por la atmósfera de la Tierra? ¿Por qué?

¿Cuál afectará más a la biodiversidad?
¿Por qué?

DESCOMPOSICIÓN DE LA LUZ BLANCA POR MEDIO DE UN PRISMA

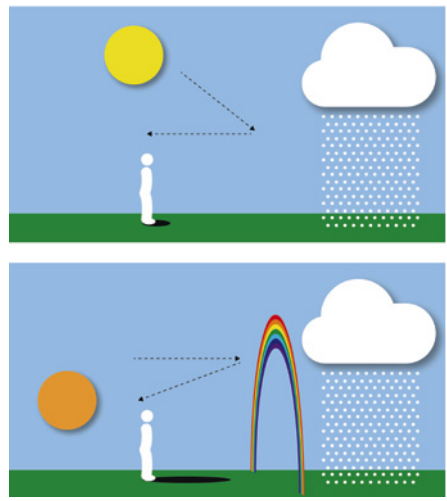


CONOCIENDO EL ARCO IRIS.

Cuando el sol está cerca del horizonte (al amanecer y al atardecer) el arco iris alcanza una altura aproximada de 42° sobre el horizonte (cerca de la altura a la que se observa la estrella polar en el cielo desde la península ibérica, casi a mitad de camino entre el suelo y el cénit). Sin embargo, cerca del mediodía en primavera y verano no veremos ningún arco iris.

Si nuestra sombra es de igual o menor longitud que nuestra altura, no podemos ver el arco iris. Explica por qué, fijándote en las ilustraciones:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



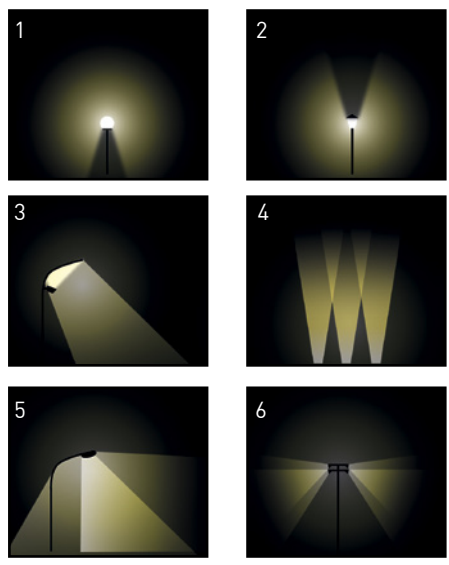
Ámbito 2. CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

5

¿ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE?

La contaminación lumínica ocasiona graves problemas en los ecosistemas. Supone también un gasto energético innecesario que contribuye al cambio climático. Deberíamos respetar el flujo útil, dirigiendo la luz hacia el hemisferio inferior, y evitar el flujo deslumbrante que provoca el encandilamiento. El flujo de luz que se dirige hacia el hemisferio superior es el más inútil y el más contaminante.

En estas imágenes tienes diferentes luminarias. Observa hacia donde se dirige el haz de luz.

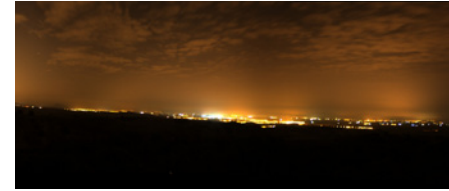


Trata de ordenarlas desde las más contaminantes a las menos contaminantes

¿Qué luminarias proyectan casi todo la luz hacia la atmósfera?

¿Cuáles de ellas pueden provocar intrusión lumínica en el interior de las viviendas y por tanto producir graves trastornos en la salud de las personas?

¿Qué luminarias pueden provocar deslumbramiento y graves problemas de circulación vial?



6

Investiga la contaminación lumínica de tu barrio. Te proponemos realizar una investigación en el entorno donde vives, sal por la noche acompañado de un adulto a las calles o al jardín más cercanos y haz un esquema de los diferentes tipos de luminarias que hay. Puedes buscar hasta cinco modelos diferentes.

Haz un croquis y señala si están correctamente orientadas, y los posibles problemas que puedan provocar (intrusión lumínica dentro de las casas, encandilamiento...).

Ámbito 3. CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA



7

PREMIOS DIVERTIDOS.

Los Ig Nobel son una parodia de los premios Nobel en la que suelen participar galardonados con el Nobe. Se entregan a científicos que han realizado hallazgos que "primero hacen reír y luego pensar". Los ganadores del Ig Nobel de 2013 en la categoría de biología fueron los autores de una investigación que demostraba cómo los escarabajos peloteros usan la Vía Láctea para orientarse y por lo tanto, la contaminación lumínica los desorienta y les hace avanzar de forma errática.

Contesta estas preguntas:

¿Por qué crees que ese estudio es digno de un Ig Nobel?

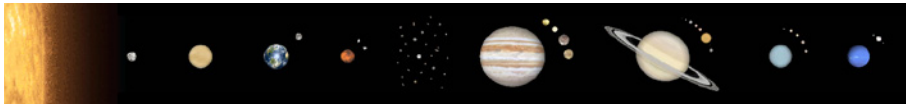
Hasta 2013 no se conocía ningún animal que se orientara por la vía láctea ¿Consideras posible que haya otras especies con un comportamiento similar?

Recientemente ha sido galardonado con el Nobel de Física un científico que había ganado un Ig Nobel unos pocos años antes ¿Sabes quién?

EL FIRMAMENTO OCULTO POR LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

Cuando miramos a un cielo despejado y sin contaminación lumínica se pueden ver más de mil estrellas y otros muchos objetos. Algunos están más lejos que las estrellas que vemos como puntos, como la franja blanquecina de nuestra galaxia La Vía Láctea, o una especie de mancha borrosa que es toda una galaxia (Andrómeda). Otros están más cercanos que las estrellas que se ven por la noche, como la Luna, satélites artificiales o planetas.

De los ocho planetas que hay en el sistema solar, sólo cinco se pueden ver en el cielo nocturno a simple vista, intenta encontrarlos.



M	Y	V	K	R	Q	Q	N	X
T	E	J	M	S	L	M	S	R
J	P	R	U	E	T	A	L	Q
W	G	N	C	P	T	Y	D	Z
Q	E	R	M	U	I	R	M	G
V	D	L	R	D	R	T	A	P
B	N	N	N	R	V	I	E	M
J	O	N	T	N	Y	L	O	R

Hay otros tres planetas que no se pueden ver en el cielo a simple vista.

Explica por qué y si habría algún modo de que pudiéramos verlos.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mercurio: su brillo varía mucho según su posición respecto a la Tierra.

Venus: se ve en las primeras o en las últimas horas de la noche.

Marte: tiene un brillo rojizo que se aprecia incluso a simple vista.

Júpiter: pasa aproximadamente un año en cada constelación zodiacal.

Saturno: suele ser el planeta menos brillante.

Ámbito 4. SOLUCIONES

¿ES POSIBLE UNA DESCONTAMINACIÓN LUMÍNICA?

Es necesario optar por una iluminación responsable que permita disfrutar de una buena calidad de vida, afectando lo menos posible al medio ambiente y nuestra propia salud, conservando el valor cultural, científico y turístico del cielo nocturno y haciendo un uso racional y sostenible de los recursos energéticos y económicos.

En estas imágenes tienes un ejemplo de una iluminación correcta durante todo un día en una ciudad. Explica por qué.

Mañana y tarde:

.....

.....

.....

.....

.....

Noche:

.....

.....

.....

.....

.....

Madrugada:

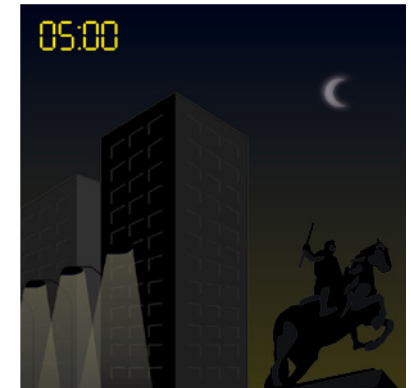
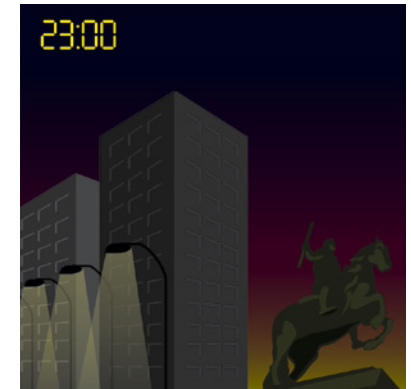
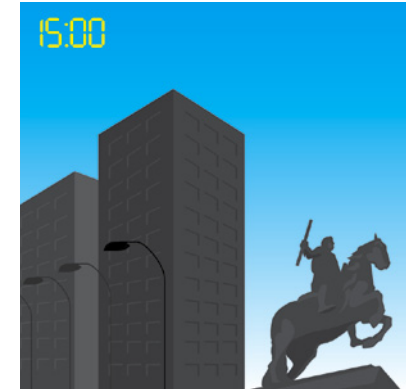
.....

.....

.....

.....

.....



ACTIVIDADES PARA BACHILLERATO



ACTIVIDADES PREVIAS

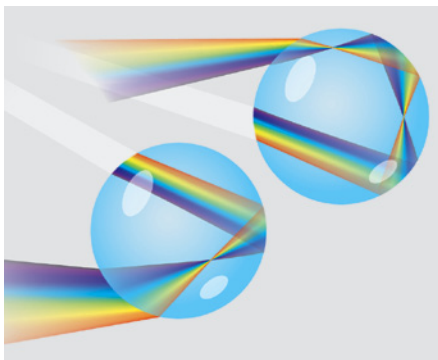
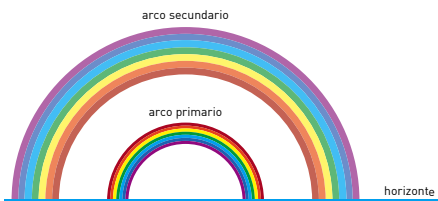
1

LOS ARCOS IRIS

El arco iris se forma por la refracción de la luz del sol en el interior de las gotas de agua, después experimenta una reflexión total y se vuelve a refractar antes de salir. Se produce así una dispersión de los colores de que está compuesta la luz blanca.

La luz se puede reflejar dos veces (o incluso más) dentro de la gota, lo que invierte el orden de los colores. Eso se manifiesta en la aparición de un arco iris secundario donde el color rojo aparece hacia dentro y el violeta hacia fuera (lo contrario de lo que ocurre en el primario).

Fíjate en este esquema y señala dónde se produce la reflexión y dónde las refracciones.



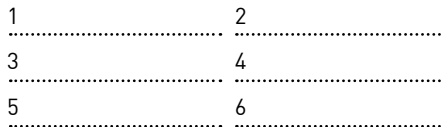
2

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y DERROCHE ENERGÉTICO.

La contaminación lumínica significa un consumo irracional de recursos energéticos. Te invitamos a investigar sobre la iluminación exterior de tu casa, tipo de lámparas y luminarias, horarios de encendido y apagado, etc, probablemente descubrirás que se desaprovecha mucha energía.

A partir de fotografías tomadas desde los satélites los científicos pueden medir las emisiones de contaminación lumínica de cualquier zona de la Tierra. En España la zona más contaminante se sitúa en Madrid, seguida de las ciudades del arco Mediterráneo.

Observa esta fotografía del Levante peninsular e identifica Murcia, La Manga del Mar Menor, Cartagena, Alicante, Albacete, Valencia.



Después de observar la fotografía

¿Qué conclusiones sacas?

¿Crees que los núcleos más poblados son los más contaminantes?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

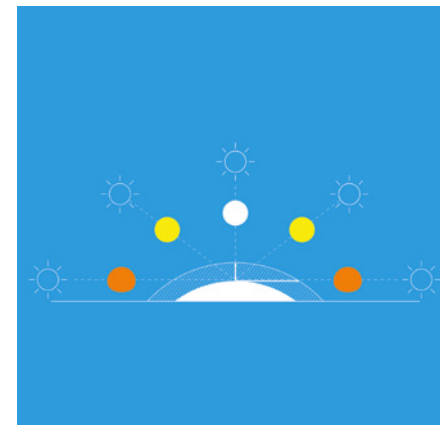
.....

.....

Señala un punto donde existe menos contaminación lumínica

¿A qué provincia pertenece?

.....



Ámbito 1. FÍSICA DE LA LUZ

3

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ.

La reflexión y refracción de la luz son dos fenómenos cotidianos. La reflexión de la luz por superficies pulidas es responsable de la formación de imágenes en espejos, superficies de agua, superficies limpias y lisas, etc. Igualmente, la refracción, o desviación en la trayectoria de un haz de luz al pasar de un medio transparente a otro, explica la formación de imágenes por lentes.

¿EL SOL CAMBIA DE COLOR?

La atmósfera que rodea a la Tierra hace que todo lo que se ve en el cielo se perciba con la luz filtrada por este océano de aire. El mecanismo del esparcimiento de Rayleigh le roba a la luz solar su porción más azulada y la reparte por toda la bóveda celeste.

Observa la imagen de la izquierda y explica por qué vemos el Sol de color rojo al atardecer ¿Qué relación tiene ese efecto óptico con la densidad de la atmósfera y el espectro de luz?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ILUSIONES ÓPTICAS EN EL HORIZONTE.

Cada puesta de sol y cada amanecer no es más que una especie de espejismo, puesto que cuando vemos el sol a la altura del horizonte, en realidad o todavía no ha salido (amanecer) o ya hace un rato que se ocultó (puesta de sol).

Observa la imagen y explica por qué vemos el sol y las estrellas por encima de su posición real (posición aparente) ¿Qué relación tiene ese efecto óptico con la refracción atmosférica o astronómica?

.....

.....

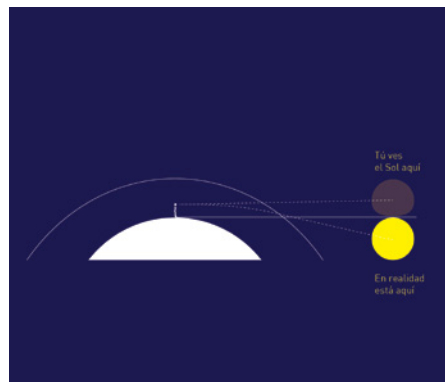
.....

.....

.....

.....

.....



Ámbito 2. CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

¿ALUMBRADO PÚBLICO EFICIENTE?

La contaminación lumínica es la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, horarios o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona donde se han instalado las luminarias.

En estas fotografías tienes dos luminarias contaminantes y dos que no lo son. Identifícalas y explica por qué:



Contaminantes:

No contaminantes:

.....

.....

.....

.....

.....

LÁMPARAS DE COLORES.

Distintos tipos de lámparas dan luz de distintos colores. Esto es debido a que dichas lámparas están constituidas por distintos elementos químicos, que en su composición atómica presentan niveles cuánticos de energía distintos dada su disposición electrónica.

Podemos estudiar en qué longitudes de onda emiten, siendo algunas monocromáticas (como la del vapor de sodio) y otras que emiten en diferentes longitudes de onda, dando colores más anaranjados o más blancos o azulados.

DISTRIBUCIONES ESPECTRALES DE LÁMPARAS:

De estas lámparas:

¿Cuál crees que será el color de cada una de ellas?

.....

¿Alguna emite en UV? ¿Y en Infrarrojo?

.....

¿Qué lámpara será más contaminante lumínicamente? ¿Por qué?

.....

.....

¿Con qué luz será más difícil distinguir los colores?

.....

TIPOS DE LÁMPARA Y SUS ESPECTROS DE EMISIÓN

LED blanco	Vapor de mercurio
Incandescente	Halogenuros metálicos
Vapor de sodio de alta presión	LED ámbar
Vapor de sodio de baja presión	
	Muy contaminante Contaminante Útil

Ámbito 3. CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA



7

NUBE CONTAMINANTE.

El smog fotoquímico es esa nube que hemos visto muchas veces. Tiene un color que pasa de anaranjado a negro y cubre muchas de nuestras ciudades. Es un contaminante que actúa sobre la salud de las personas.

La contaminación lumínica empeora el smog de las ciudades. La luz artificial destruye los radicales NO₃ (que disminuyen el nivel de contaminación) y forma NOx y ozono, muy contaminantes.

La salud de los humanos también se resiente, señala las afirmaciones verdaderas y falsas.

· Agrava las afecciones asmáticas y broncopulmonares

Verdadero Falso

· No afecta al sistema inmunológico

Verdadero Falso

· Provoca irritación de las mucosas y el aparato respiratorio

Verdadero Falso

8

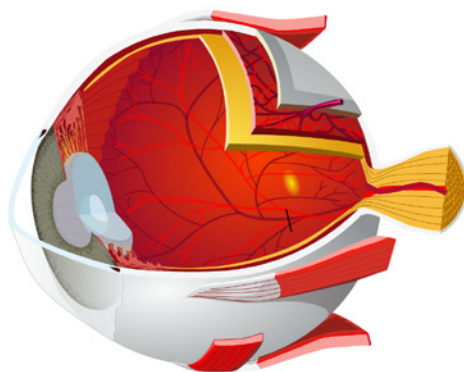
LA LUZ, EL COLOR Y EL OJO HUMANO.

Las superficies reflejan la luz en longitudes de onda diferentes. Nuestros ojos reciben la luz de esas superficies y como resultado vemos los objetos como poseedores de un color determinado.

El ojo percibe la luz del medio ambiente. Ésta pasa a través del cristalino y se proyecta sobre la retina, que envía señales nerviosas al cerebro para que las interprete.

Coloca los nombres en esta sección del ojo humano:

Córnea	Punto Ciego
Esclerótica	Humor Vítreo
Músculo ciliar	Iris
Pupila	Cristalino
Cámara Anterior	Coroides
Retina	Fóvea
Nervio óptico	



Cuando decimos que alguien tiene los ojos marrones, nos referimos a que tiene abundancia de un pigmento llamado melanina de color marrón en la parte anterior del iris.

¿Qué significa que alguien tenga los ojos azules?

.....

.....

.....

De las tres células diferentes que encontramos en la retina y que responden a la luz (conos, bastones y células ganglionares fotosensibles) los conos se concentran en la fóvea y los bastones se distribuyen por el resto de la retina.

¿Cómo será mejor mirar un objeto si hay buena iluminación y queremos apreciar los detalles?

.....

.....

.....

¿Y si queremos distinguir algo estando casi a oscuras?

.....

.....

.....

Las células ganglionares fotosensibles no intervienen en la visión ¿Para qué sirven?

.....

.....

.....

Ámbito 4. SOLUCIONES

9

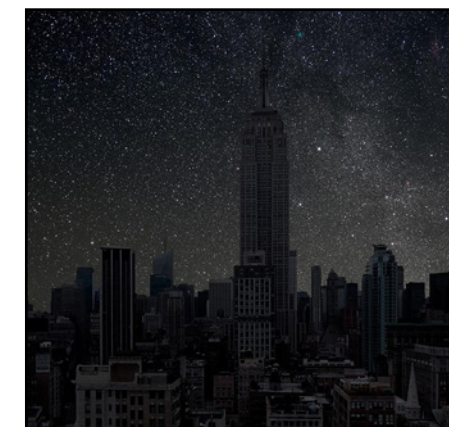
El fotógrafo francés Thierry Cohen nos muestra, en su colección "Ciudades oscurizadas", cómo serían algunas de las ciudades más pobladas del mundo si no tuvieran luz artificial. Para ello combina fotografías de las ciudades con fotos de lugares con cielos oscuros de la misma latitud.

Te proponemos hacer algo parecido usando un editor de imágenes, como por ejemplo Gimp, y un simulador del cielo como Stellarium:

1) Haz una foto de tu barrio, tomando una parte grande de cielo.

2) Haz una captura de stellarium, teniendo en cuenta que ha de coincidir la ubicación geográfica y el campo de visión en el programa con la foto real que has realizado.

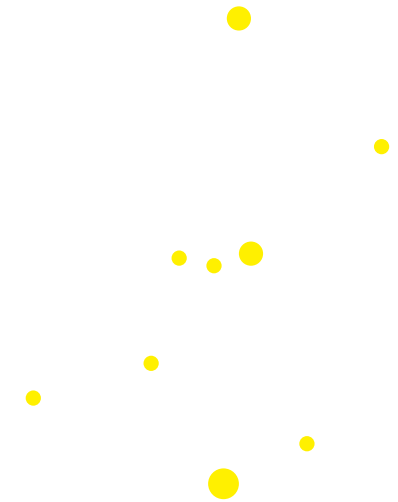
3) Recorta el cielo en tu foto y sustitúyelo por el cielo de stellarium.



Participa en la campaña Globe at Night.

Con la campaña Globe at Night podemos hacer ciencia cada mes los días que no hay Luna, ayudando a crear mapas de contaminación lumínica. Lo único que necesitamos hacer es usar las plantillas de una constelación que tienen en su web, y compararla con las estrellas que vemos. Los datos se envían por Internet.

Orión es una de las constelaciones más fácilmente reconocibles a simple vista, y una de las utilizadas en la campaña Globe at night (en los meses de enero, febrero y Marzo) para evaluar la contaminación lumínica. Así se ve Orión visto desde una ciudad típica:



- a) Completa la constelación con más estrellas y dibuja al personaje mitológico Orión. Dibuja también la vía láctea.
- b) Describe brevemente la historia de la mitología griega sobre Orión.
- c) Entra en www.globeatnight.org y apunta cuales son el resto de constelaciones que se utilizan en la campaña a lo largo del año.

VÍNCULOS
CON EL
CURRÍCULUM
ESCOLAR

Esta guía es un recurso didáctico destinado a profesores y alumnos, ideado para que puedan profundizar en el aula sobre los contenidos de la contaminación lumínica. Las fichas de actividades para alumnos de Primaria, Secundaria y Bachillerato, pretenden afianzar algunos de los conceptos presentes en las unidades didácticas escolares.

EDUCACIÓN PRIMARIA

Los temas tratados en la muestra se ajustan a algunos contenidos del currículo de Educación Primaria (Decreto n.º 286/2007 de 7 de septiembre) en concreto, de la materia de **Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural**.

En los tres ciclos forma parte de **Geografía** ("El entorno y su conservación") y de **Ciencias**, en los bloques que abordan "la diversidad de los seres vivos", "la salud y el desarrollo personal", "materia y energía" y "objetos, máquinas y nuevas tecnologías". En el bloque dedicado a "materia y energía" del Segundo Ciclo se hace especial énfasis en las temáticas abordadas en la exposición, esto es, el uso responsable de las fuentes de energía en el planeta, el ahorro energético, el comportamiento de los cuerpos ante la luz, reflexión y refracción, descomposición de la luz blanca, el color, identificación de los colores básicos, la producción de residuos, la contaminación y el impacto ambiental y el desarrollo de actitudes, individuales y colectivas, frente a determinados problemas medioambientales.

EDUCACIÓN SECUNDARIA

En lo que respecta a Educación Secundaria (Decreto número 291/2007, de 14 de septiembre) los contenidos se ajustan al bloque 1 "Técnicas de trabajo" de **Ciencias de la Naturaleza** en todos los cursos. En el primer curso participa del bloque "La Tierra en el Universo", aunque es en el segundo curso donde los contenidos se ajustan más al bloque "Materia y energía", propiciando la toma de conciencia de la importancia del ahorro energético, y sobre todo al bloque "Transferencia de energía. Luz y sonido", donde se tratan la luz y el sonido como modelos de ondas, la luz y la visión: los objetos como fuentes secundarias de luz, la propagación rectilínea de la luz en todas direcciones, el estudio cualitativo de la reflexión y de la refracción, el uso de espejos y lentes, la descomposición de la luz: interpretación de los colores y, sobre todo, "la valoración del problema de la contaminación acústica y lumínica".

En el tercer curso, en la materia de **Física y Química**, se abordan contenidos del bloque "Energía y electricidad", y en cuarto, de los bloques "Energía, trabajo y calor": la energía y las ondas: luz y sonido, concepto de onda; tipos y características de las ondas; la luz y el sonido; propiedades de su propagación; espectro lumínico y

espectro acústico. Encontramos también vínculos con el bloque dedicado a "La contribución de la ciencia a un futuro sostenible". En tercero son afines los contenidos de **Biología y Geología**, en el bloque "La actividad humana y el medio ambiente" y en cuarto en los bloques "La metodología científica" y "La dinámica de los ecosistemas".

En el área de **Ciencias sociales, Geografía e Historia**, se vinculan en primero con el bloque "Lectura e interpretación de imágenes y mapas de diferentes escalas y características" donde se pretende la percepción de la realidad geográfica mediante la observación directa o indirecta, la interpretación de gráficos y elaboración de éstos a partir de datos, la valoración de la diversidad de medios naturales de la Tierra como riqueza que hay que conservar. En el bloque 2 "La Tierra y los medios naturales" se indaga sobre la atmósfera y los fenómenos atmosféricos, los grupos humanos y la utilización del medio: análisis de sus interacciones, los riesgos naturales, degradación y políticas correctoras y la toma de conciencia de las posibilidades que el medio ofrece y disposición favorable para contribuir al mantenimiento de la biodiversidad y a un desarrollo sostenible.

BACHILLERATO

En Bachillerato (Decreto n.º 262/2008, de 5 de septiembre) los contenidos de la exposición se ajustan a la materia de "Ciencias para el mundo contemporáneo", especialmente al bloque "Hacia una gestión sostenible del planeta".

En la modalidad de Ciencias y Tecnología, materia **Biología y Geología**, a los bloques dedicados a "Los sistemas fluidos externos y su dinámica", "La Exosfera" y "La gestión del planeta".

Glosario

Animal Crepuscular: Animal que es más activo al anochecer y/o al amanecer que el resto del tiempo, con frecuencia se le relaciona con los animales nocturnos.

Animal Nocturno: Animal que es más activo por la noche, siendo ese periodo en el que realiza todas o la mayoría de sus funciones biológicas.

Arco Iris: Arco multicolor que podemos ver en el cielo causado por la reflexión y refracción de la luz del sol en gotas de agua que se encuentran en la atmósfera, normalmente de lluvia. En ocasiones se produce una segunda reflexión y se ve un arco secundario, más alto y tenue que el principal.

Bastones: Células nerviosas de la retina sensibles a la luz que contienen el pigmento rodopsina. Son unas 20 veces más abundantes que los conos y se distribuyen por la periferia de la retina. No distingue colores pero es cien veces más sensible a la luz que los conos.

Células ganglionares fotosensibles: Células nerviosas de la retina sensibles a la luz que contienen el pigmento melanopsina. No intervienen en el mecanismo de la visión, pero transmiten información sobre la cantidad de luz a nuestro reloj circadiano.

Conos: Células nerviosas de la retina sensibles a la luz que contienen el pigmento iodopsina. Son menos numerosos que los bastones, y son muy útiles para distinguir detalles y colores, pero solo con abundante luz. Los seres humanos tenemos 3 tipos de conos, uno con el máximo de sensibilidad en el azul, otro en el rango del verde y el restante en el del rojo. Los conos se concentran en una parte determinada de la retina llamada fóvea.

Contaminación Lumínica: Aunque hay muchas definiciones posibles, una genérica sería la alteración de la cantidad natural de luz presente en el medio nocturno debido a fuentes de luz artificiales.

Esparcimiento atmosférico: Cuando una rayo de luz encuentra una partícula, parte de la luz se propaga o esparce. Si la partícula es mucho más pequeña que la longitud de onda de la luz (como ocurre con las moléculas de oxígeno y nitrógeno que forman principalmente la atmósfera) se esparcirá en todas direcciones y se esparcirá mucho más la luz de menor longitud de onda. Cuando la partícula tiene un tamaño similar al de la longitud de onda de la luz, ésta se esparce más o menos por igual y en mayor proporción hacia adelante que en el resto de direcciones.

Espectro electromagnético: Distribución energética del conjunto de ondas electromagnéticas. Consta de, empezando por la menor longitud de onda y mayor energía, los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, la radiación de microondas y las ondas de radio.

Espectro visible: Parte del espectro electromagnético que puede percibir el ojo humano. Comienza en una longitud de onda de 400 nm (violeta) y alcanza más allá de los 750 nm (rojo).

Fotosfera: Es la capa de la estrella que emite al espacio luz y calor. Cuanto mayor sea la temperatura de la fotosfera más azulada veremos la estrella, y cuanto menor, más rojiza.

Intrusión lumínica: entrada de luz artificial en lugares donde no es requerida ni deseada, por ejemplo en los domicilios privados.

Iris: estructura circular del ojo responsable del tamaño de la pupila y, por tanto, de la cantidad de luz que llega a la retina.

Lepidópteros: Insectos voladores entre los que encontramos mariposas diurnas, polillas, esfinges, etc. La mayoría son nocturnos y muy útiles en la polinización de las plantas.

Magnitud estelar: Medida del brillo de una estrella, a mayor el número menor su brillo. Una estrella de magnitud 1 será unas 2.5 veces más brillante que una de magnitud 2 y unas 100 veces más brillante que una de magnitud 6. Nos referimos a magnitud aparente, es decir, a su brillo visto desde la Tierra, y no al brillo intrínseco de la estrella (Magnitud absoluta).

Melanina: Grupo de pigmentos oscuros presentes en muchos animales. En el ser humano lo encontramos, por ejemplo, en la piel y en la parte posterior del iris. La cantidad de melanina en la parte anterior del iris es la responsable del color de los ojos. Los bebés suelen tener ojos azules pues la mayoría nacen con poca o nada melanina en la parte anterior del iris, durante el primer año de vida con frecuencia se oscurecen los ojos al irse depositando melanina.

Melatonina: Hormona de gran poder antioxidante y que colabora en el control de los ritmos circadianos. Sólo se produce en oscuridad, siendo especialmente perturbada su producción por luces brillantes y/o con componente azul.

Nanómetro: Unidad de longitud del sistema métrico que equivale a la mil millonésima parte de un metro. Las longitudes de onda del espectro visible suelen medirse en nanómetros. Su símbolo es nm.

Onda: Propagación a través de un medio (incluido el vacío) transportando energía sin transportar materia. La distancia entre dos crestas de dos ondas consecutivas se llama longitud de onda.

Radiación electromagnética: Una forma de energía que se propaga en línea recta en forma de ondas. Según la longitud de la onda, se manifestará de una forma u otra.

Reflexión de la luz: Proceso por el que los rayos de luz que inciden en una superficie son reflejados por esta formando un ángulo igual al de la luz incidente. La reflexión de la luz es el fenómeno que nos permite ver objetos que no emiten luz.

Refracción de la luz: Es el cambio de dirección y velocidad que experimenta la luz cuando pasa de un medio a otro de densidad óptica diferente. Si luz de diferente longitud de onda se refracta en diferentes ángulos se puede producir la dispersión de la luz blanca en los colores que la componen.

Retina: Capa de células nerviosas del fondo del ojo.

Ritmo circadiano: Ritmo biológico con frecuencia próxima a un día que en mamíferos está regulado por un marcapasos o reloj central situado en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo. Este reloj se pone en hora principalmente gracias a la información que proporciona la melatonina sobre la alternancia de luz y oscuridad.

Ultravioleta: Radiación electromagnética de longitud de onda comprendida entre los rayos X y la luz visible. Está fuera del espectro visible para los humanos aunque numerosos animales sí pueden verlo. La mayor parte de la radiación ultravioleta que llega a La Tierra es filtrada por la capa de Ozono, pero la parte que llega es la responsable, por ejemplo, de que nos pongamos morenos o nos quememos al sol. Las lámparas que emiten en ultravioleta son especialmente desaconsejadas en iluminación por varios motivos: una parte de la luz que produce no es útil para iluminar pues los humanos no la podemos ver y por tanto se desperdicia energía, la luz ultravioleta se esparce mucho por la atmósfera contaminando lumínicamente a grandes distancias y además es un tipo de luz que afecta gravemente a numerosos seres vivos.

Bibliografía

Baladí, D., Troughton, B. y Jáuregui, F (2010).
Contaminación lumínica: Medir para sobrevivir.
Revista Astronomía nº135, 34-40.

Bogard, P. (2013).
The end of night.
Little. Brown and company.

Cornelius, G. (2005).
Manual del cielo y sus mitos.
Blume.

Czeisler, C. A. (2013).
Alteraciones nocturnas.
Investigación y ciencia diciembre 2013, 14-15.
Originalmente publicado en Nature 497.

Dacke, M., Baird, E., Byrne, M., Scholtz,
C., Warrant, E. (2013).
Dung Beetles Use the Milky Way for Orientation.
Current Biology, 23 (4) 298-300.

Galadí-Enríquez, D. (2008).
A ras de cielo.
Almuzara.

Madrid, J. A. y Rol de Lama, Á. (2006).
Cronobiología. Básica y Clínica.
(Ed.) Editec@rec.

Naylor, J. (2005).
Caído del cielo.
Akal.

W.AA. (2011).
Física y sociedad, especial monográfico
Contaminación Lumínica y Eficiencia Energética.
Revista del colegio oficial de físicos, Junio 2011.

Webs de interés

www.celfosc.org

Campaña a nivel nacional contra la contaminación lumínica.

www.um.es/cieloscuro

Campaña en la Región de Murcia para combatir la Contaminación lumínica. Universidad de Murcia.

www.darksky.org

Asociación internacional (en inglés).

www.opcc.cl

Oficina de protección de la calidad del cielo del norte de Chile.

www.iac.es

Instituto de astrofísica de Canarias.

<http://guaix.fis.ucm.es/node/1481>

Grupo de Astrofísica Extragaláctica e Instrumentación Astronómica de la Universidad Complutense de Madrid.

www.need-less.org.uk

Información e interactivos sobre contaminación lumínica (en inglés).

www.globeatnight.org

Campaña globe at night de ciencia ciudadana para medir la calidad del cielo.

www.iaco.es

Campaña IACO, parecida a globe at night, organizada por la sociedad malagueña de astronomía con la colaboración de otras asociaciones astronómicas.

www.observamurcia.com

Página del observatorio municipal de Murcia "La Murta".

www.starlight2007.net

Iniciativa starlight.

www.webexhibits.org/causesofcolor/

Página sobre la luz y el color (en inglés).

www.cienciayagua.org

Página del Museo de la Ciencia y el Agua.

www.expocontaminacionlumunica.wordpress.com

Página de la exposición.

AYUNTAMIENTO DE MURCIA

Alcalde-Presidente

Miguel Ángel Cámara Botía

Concejal de Cultura

Rafael Gómez Carrasco

GUÍA DIDÁCTICA

Contenidos

Miguel Angel Paredes Gil

Maribel Parra Lledó

Alfonso Robles Fernández

Diseño y Producción

Conexión Cultura + La Calle es Tuya

Impresión

Alprint Artes Gráficas

EDITA

Ayuntamiento de Murcia

Museo de la Ciencia y el Agua

Dirección técnica

Servicio de Comunicación

D.L.: MU 170-2014

Organiza:



Colabora:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



FEICYT
FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA