



www.astrosociety.org/uitc

**No. 44 - Fall 1998**

© 1998, Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Avenue, San Francisco, CA 94112.

## La Contaminación Lumínica

**Villanos de la Iluminación**

**Héroes de la Iluminación**

**La Contaminación Lumínica y los Estándares Nacionales de la Educación**

**Actividad 1**

**Actividad 2**

**Actividad 3**

**Koyaanisqatsi – La Vida sin Equilibrio**

**El Proyecto de Contaminación Lumínica en las Escuelas de Grecia**

**Recursos**

Es un hecho desafortunado de la vida actual que la mayoría de las personas crecen sin ser capaces de ver las estrellas que nuestros abuelos conocían tan bien. El cielo nocturno ideal sólo existe en fotos o en algún planetario. Esto es una realidad no sólo en las ciudades sino que también en los suburbios y áreas rurales, donde los faros y otras fuentes de "contaminación lumínica" han oscurecido nuestra vista de las constelaciones, lluvias de meteoritos e incluso de planetas.

De hecho, muchos niños y adultos, que por primera vez ven el cielo durante la noche en un área alejada de la ciudad, dicen "luce igual que en el planetario". Hemos perdido nuestra vista de las estrellas y hemos también estropeado nuestro ambiente nocturno.

Tal pérdida podría ser aceptable, si la contaminación fuera el precio inevitable del progreso, pero no lo es. La mayoría de la luz es innecesario. La luz que oscurece nuestra vista del cielo nocturno proviene principalmente de fuentes de iluminación ineficientes, que aportan poco a la seguridad o utilidad nocturna. Estas fuentes sólo producen luz intensa y confusión, lo que cuesta más de mil millones de dólares anuales solamente en EE.UU.

En cuanto a la astronomía y la ciencia, el impacto ha sido incluso más dramático. Los astrónomos se basan en observaciones de objetos extremadamente tenues, que sólo se pueden ver con grandes telescopios en sitios libres de contaminación atmosférica y de iluminación urbana. Por ejemplo, los científicos interesados en como se formó el universo, necesitan estudiar la luz de las galaxias y cuasares a enormes distancias de la tierra. Esas imágenes ofrecen información sobre los lugares lejanos del universo, que nos ayudan a comprender como se formó nuestro mundo. Sin embargo, después de haber viajado por incontables años luz, se puede perder la luz de esos objetos al término de su viaje debido a la luminosidad de nuestro propio cielo.



La tierra de noche

Los telescopios que se encuentran en el espacio, tales como el Telescopio Espacial Hubble, ofrecen una solución para el problema. Sin embargo, siempre se usarán los telescopios grandes ubicados en la tierra, ya que son accesibles y tanto su construcción como su operación cuesta mucho menos. Nuestra experiencia durante las décadas pasadas ha mostrado que, más que disminuir, nuestra necesidad de telescopios estacionados en la tierra, incluso en una era de telescopios espaciales, se ha incrementado ampliamente. Pero sólo si se les puede proteger de la invasiva contaminación lumínica.

La reducción de la contaminación lumínica no es difícil. Tiene sentido, pero es necesario que comprendamos los problemas y que tanto las autoridades como los ciudadanos estén alertos del problema y que actúen para combatirlo. En un nivel individual, las personas pueden ayudar a reducir el resplandor al usar la iluminación sólo cuando sea necesaria y, a la vez, al elegir aparatos para el alumbrado que tengan una buena protección.

Arreglar el problema de la contaminación lumínica significa ahorrar dinero, además se reduce el resplandor del cielo. A diferencia de otros problemas de contaminación, éste es un caso raro, en el cual buscamos de hecho quedarnos a oscuras. Las estrellas sobre nosotros son un patrimonio invaluable, no sólo para los astrónomos sino que para todos los humanos. Especialmente nuestros niños deberían ser capaces de mirar el cielo de noche y ver la vía láctea y otras tantas estrellas.



El paso (no tan) fantástico de la luz. Vista de Los Ángeles, California en 1908 (izquierda) y en 1988(derecha)



## La Contaminación Lumínica

### Héroes y Villanos de la Luz y Artefactos de Iluminación

Si queremos reducir los efectos de la contaminación lumínica, debemos aprender acerca de los buenos y malos tipos de artefactos utilizados para la iluminación exterior. Algunos de ellos son héroes: los que ahorran energía, los que alumbran en forma directa donde se necesita y que añaden luz a nuestro ambiente nocturno. Los otros se consideran villanos, aquellos que desperdician energía, que dirigen la luz a todas las direcciones, los que producen resplandor y arruinan la belleza de la noche.

### Los Villanos

**Globos (esferas) y aparatos similares.** Estos artefactos se componen usualmente por una "bola" o cilindro hecho con un material transparente o translúcido con una bulbo eléctrico en el interior, ubicada encima de un polo. Lucen atractivos durante el día cuando están apagados. De hecho, este tipo de artefactos se eligen sólo debido a este aspecto estético.

Estas luces son villanas porque cuando se encienden de noche, irradian no sólo en la dirección donde se necesita la iluminación, sino que en todas las direcciones; más de la mitad de la luz se dirige hacia arriba incrementando el resplandor del cielo y a las veredas haciéndolas incandescentes. Por otro lado, mucho del resto de la luz que emiten no produce ningún trabajo útil en ayudarnos a ver las cosas que necesitamos.

**Carteleros y anuncios encendidos desde el fondo.** Observa las carteleros de tu ciudad. ¿Cómo se iluminan?, en la mayoría de las ciudades, se hace desde abajo y no desde arriba. Si uno ve estos anuncios en la noche, especialmente cuando hay neblina, uno puede ver fácilmente como sube la luz, la que sólo parcialmente ilumina el letrero, el resto rebota en otras superficies y se dirige hacia el cielo.

Estas son las luces villanas, las cuales tienen un impacto adverso sobre el resplandor urbano. ¿Podríamos convertirlas en héroes? Fácil, si iluminamos estos letreros desde arriba de forma tal que toda la luz dé sobre este anuncio, la luz se reflejaría desde el anuncio hacia la tierra y luego desde la tierra hacia arriba. Esto reduce la cantidad de luz emergente en forma importante.



Tantas carteleros, demasiada luz desperdiciada.

**Lámparas de Vapor de Mercurio.** Aunque estas lámparas no son muy eficientes en cuanto a la energía y a menudo están instaladas en aparatos antiguos e ineficientes que aumentan la contaminación lumínica, estas aún existen en un gran número en muchos lugares y todavía se venden por millones. ¿Por qué?, porque son engañosamente baratas. Estas lámparas no son muy costosas, pero tienen altos costos de operación, más que cualquier lámpara eficiente diseñada para ahorrar energía; durante su vida útil, terminan costando a sus dueños mucho más que las lámparas modernas. Además el estilo de estos aparatos de iluminación usados por lámparas de vapor de mercurio es usualmente poco atractivo e ineficiente.

¿Cómo reconocemos a estos villanos?, es simple, sólo busque su notoria luz azul-blanca. Las lámparas de vapor de mercurio a menudo constituyen las fuentes de iluminación en las luces de seguridad que se prenden en la tarde o noche o en las "luces de establos" que se utilizan en las áreas rurales.

**Luces mal dirigidas.** Los héroes de las luces se pueden transformar en villanos, si estos artefactos están mal apuntados o mal instalados, por esta razón, la instalación de luces donde no se requiere o no se necesita, como por ejemplo, en las ventanas de nuestra habitación o en forma directa a los ojos de un conductor de auto, son ejemplo del uso incorrecto. Uno debe instalar y apuntar las luces de forma bastante cuidadosa, para

así obtener el mejor rendimiento y un menor efecto de encandilación. Por otro lado, en la mayoría de los casos, estos artefactos eléctricos se instalan de día y nunca se revisan o se calibran durante la noche para lograr un mejor rendimiento.

**Artefactos de iluminación no direccionales, montados en la pared.** Todos hemos visto a estos villanos en acción. Tal artefacto, sin importar qué tipo de luz irradia, se monta usualmente en la pared, a menudo en la parte superior de una puerta o simplemente en la pared de un edificio. El dueño de esta construcción quiere iluminar la entrada o el área alrededor de éste para mejorar la visibilidad y mantener a los criminales alejados, pero está equivocado, ya que la encandilación que producen estas luces hace difícil el poder ver bien a los visitantes y, de este modo, ayuda a los criminales quienes están al acecho en la cercanía de la oscuridad listos para cometer sus fechorías. Por otro lado, las luces de este tipo no hacen nada para añadir algo positivo tanto al ambiente como al atractivo del edificio; ellas probablemente repelen más clientes de lo que atraen. Sin embargo, tales luces se pueden convertir en héroes, si añadimos una buena protección que elimine el efecto de encandilación y que dirige la luz donde se necesite.

**Aparatos refractores colgantes.** Estos aparatos se encuentran en cualquier lugar. Nuestros postes de luz son refractores colgantes o "cabezas de cobra", debido al "cuello" de apoyo y a la "cabeza" brillante donde se monta la lámpara. Estos aparatos poseen una protección de vidrio o refractor, la cual se encuentra "colgando" (cuelga debajo del aparato) y desde la cual la luz que emana este poste cubre la superficie de la calle en ambas direcciones. Algunos aparatos de este tipo poseen un bastante buen control sobre la emanación de la luz, pero la mayoría no, y son muy encandilantes.

Otros aparatos no tan caros a menudo no tienen nada más que un tipo de cilindro de vidrio, el cual dirige la luz en forma horizontal desde el artefacto; usualmente estos dispositivos son una gran fuente de brillo. En algunos casos, "el refractor" no es sino un escudo de brillo ineficiente, que ayuda de cierto modo a propagar la luz de la lámpara sin protección. La luz que proviene de un poste de iluminación configurado de esta forma es casi inútil porque cuando ilumina una superficie (incluyendo el suelo), la luz resulta demasiado tenue para proveer una buena iluminación y se convierte en luz desperdiciada.



Corrección del problema. Cambios locales pueden reducir sustancialmente el problema de la contaminación lumínica, tal como lo muestran estas fotografías de la Universidad de Arizona en Tucson. Antes (izquierda), la Universidad usaba 400 watt en lámparas de vapor de mercurio; posteriormente la Universidad accedió a reemplazar estas luces brillantes con lámparas de sodio de baja presión de 135 watt. (a la derecha). Se incrementaron los niveles de luz en las áreas de oscuridad, se utilizó menos energía y se redujo el brillo del cielo de forma notable.



## La Contaminación Lumínica

### Los Héroes

**Aparatos de apagado completo.** Estos dispositivos contienen y dirigen toda la luz que emiten hacia abajo. Ellos controlan la salida de luz con un reflector en el interior en vez de tener un refractor que cuelgue desde el dispositivo, según lo expuesto anteriormente. Ninguna luz sobrepasa el horizontal, de este modo se minimiza el brillo. Estos aparatos funcionan con la mayoría de las lámparas, pero se ven usualmente con lámparas de sodio de alta presión o con lámparas de metal haloideo, ambos tipos son bastante eficientes en cuanto a la energía.

Es fácil reconocer estos aparatos ya que no hay ningún vidrio colgando del poste de luz y no se puede ver la lámpara a menos que la persona se encuentre cerca del aparato y mire directamente hacia arriba. A veces se parecen a los aparatos con forma de "cabeza de cobra", pero sin refractor colgante, y otras veces se parecen a una caja o a cilindros opacos montados en la parte superior del polo iluminador. Estos aparatos pueden también utilizarse montados en la pared, acusan un grado menor o casi nulo de brillo y, a la vez, poseen una buena distribución de la salida de luz, característica que se aprovecha para el alumbrado de las calles.

**Luces con sensores de movimiento.** Estos aparatos de iluminación no se encuentran encendidos desde el ocaso al amanecer, sino que sólo cuando sus sensores detectan el movimiento de personas, animales grandes u otros objetos. Es en ese instante cuando se encienden por algunos minutos, para luego de unos minutos volver a apagarse si es que no detectan ningún movimiento. No desperdician ni luz ni energía ni crean un brillo adverso o innecesario cuando se hayan instalado de modo que controlen la salida de luz. Debido a que se encienden una vez que se acerca un ladrón en potencia, tienden a asustar a los criminales. También sirven al dueño de casa para iluminar pasillos. Funcionan con cualquier tipo de bulbo que se puede encender instantáneamente, lo cual no es el caso para todos los tipos de bulbos existentes. Incluso una lámpara encandilante e ineficiente puede usarse con este tipo de artefacto ya que entra en funcionamiento tan poco que se gasta casi nada de energía.

**Iluminación con tiempo controlado.** Existen muchas situaciones en las que no se requiere luz durante la noche entera y a través de estos artefactos se puede ahorrar mucha energía. Algunos ejemplos son: anuncios luminosos, luminarias de playas de estacionamientos; la iluminación necesaria puede reducirse cuando disminuye la necesidad de esta iluminación. La visibilidad sigue siendo excelente.

**Iluminación libre de brillo.** El brillo nunca ayuda a la visibilidad. El ojo humano puede ver notablemente bien, incluso a niveles muy bajos de iluminación en ausencia de brillo.

**Lámparas eficientes en energía.** Naturalmente, estos artefactos ayudan a ahorrar cuando se usan en lugar de lámparas no-eficientes de energía. Aquí usted tiene una lista de lámparas en orden decreciente de eficiencia de energía: sodio de baja presión, sodio de alta presión, metal haloide y fluorescente compacto. Utilícelos cuando sea necesario. Explore su ciudad, vecindario y haga una lista de los héroes y villanos de la iluminación. Si es posible tome fotografías. Ayude a publicar a los héroes para hacerlos más conocidos por las personas y, a la vez, ayúdelas a comprender el valor de los héroes y el daño de los villanos. La buena iluminación nocturna tiene un gran valor.



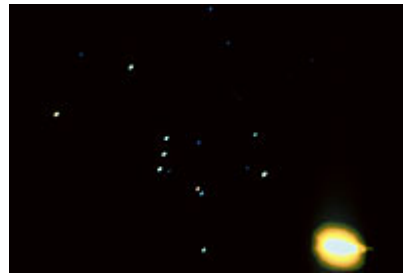
Reconocer a los héroes. Foto de un aparato de sodio de baja presión.

### La Contaminación Luminosa y los Estándares Nacionales de la Educación Científica de los Estados Unidos

Lo único positivo de la contaminación lumínica es que la convierte en un tema excelente para la enseñanza y aprendizaje de tanto la ciencia como la tecnología y sus relaciones con la sociedad. En la actualidad, los educadores de ciencia saben que la enseñanza es más efectiva cuando se adopta un enfoque basado en una pregunta. Esto usualmente significa adoptar actividades que implican la acción y existe un gran número de éstas en el campo de la contaminación lumínica. La enseñanza efectiva también requiere que los tópicos se presenten a los estudiantes a una edad en la cual ellos puedan apreciar los conceptos y problemas involucrados. A medida que los estudiantes progresan desde cursos K hasta el 12, los Estándares Nacionales de la Educación Científica (ENEC) los introduce en forma gradual a los problemas científicos, tecnológicos y sociales con los cuales la contaminación lumínica tiene tanta relación.

Los ENEC se desarrollaron durante varios años por diferentes profesores, científicos y otros expertos a lo largo del país. Los Estándares tratan no sólo asuntos teóricos sino que prácticas ejemplares de enseñanza, desarrollos efectivos profesionales, criterios para evaluar y analizar los logros de los estudiantes, la naturaleza y diseño de programas científicos para el colegio y el distrito, las fuentes y otros apoyos que se necesitan.

Los estándares del contenido incluyen temas que se tratan en las ciencias físicas, biológicas, terrestres y espaciales. También incluyen procesos unificadores tales como la ciencia como una investigación, la ciencia y la tecnología, perspectivas personales y sociales y la naturaleza e historia de la ciencia. El estudio de la contaminación lumínica trata virtualmente cada uno de estos temas. En particular, las actividades y proyectos sobre la contaminación lumínica se relacionan con dos temas importantes de los estándares de contenido. En "la ciencia como una investigación", los estudiantes formulan una pregunta, planifican y conducen una investigación, emplean herramientas y equipo para ampliar sus sentidos, usan datos para construir una explicación o interpretación y, luego, dan a conocer sus resultados. En "la naturaleza e historia de la ciencia", un principio subyacente es que la ciencia es un esfuerzo humano. ¡Qué mejor ejemplo que el uso y mal uso de la luz!



Retornando a los paraísos. En la fotografía de la izquierda, pocas estrellas en Orión se ven desde Flagstaff, AZ debido a que el brillo de las lámparas de sodio de baja presión, pero los astrónomos pueden fácilmente trabajar en torno a este problema monocromático, ya que insertan filtros de sodio en los telescopios. En la imagen de la derecha, se observa nítidamente las estrellas de Orión debido al uso de este filtro.

En el nivel K-4 en el curso de ciencia física, los estudiantes se introducen en el área de la luz. En el curso de ciencia biológica, ellos serán introducidos a los conceptos del medioambiente. En el curso de la ciencia de la tierra y del espacio, el cielo se convierte en parte del medioambiente. Pero pueden haber cambios en el medioambiente: "los cambios... pueden ser naturales o influenciados por los humanos. Algunos cambios pueden ser buenos o malos y algunos ni lo uno ni lo otro ... la contaminación es un cambio en el medioambiente que puede influenciar las actividades de ... los humanos." Los estudiantes aprenden a reconocer que la ciencia y la tecnología producen cambios locales y que los efectos pueden ser buenos o malos.

En el nivel 5-8, el curso de ciencia y tecnología lidia con el desarrollo, la implementación y evaluación de diseños tecnológicos y productos (¡para la iluminación!). Las perspectivas sociales incluyen la degradación medioambiental y los conceptos de riesgos y beneficios; los estudiantes deben pensar críticamente acerca de los aspectos negativos y positivos de la actividad tecnológica. De nuevo, la contaminación luminosa es un ejemplo, el cual se puede entender a un nivel muy básico.

En el nivel 9-12, en el curso de ciencia física, se presentan la luz y los espectros. Los tópicos de la astronomía se centran en el origen y evolución del universo, preguntas que inspiran a tantas personas (incluyendo a los astrónomos) para mirar al cielo y lamentar la desaparición gradual de su belleza. Los tópicos en el curso de ciencia y tecnología –el diseño tecnológico, la compleja naturaleza de la ciencia y la tecnología, sus motivaciones e interacciones– se ajustan de tal modo que se pueden ilustrar a través de un estudio de la

contaminación lumínica. Las perspectivas sociales incluyen el consumo del recurso natural, la calidad medioambiental y el rol de la ciencia y la tecnología en los desafíos locales, nacionales y globales.

*[Nota: Todas las ilustraciones son parte del set de diapositivas de la S.A.P., llamada, "Contaminación Lumínica: problemas y soluciones"]*

**David Crawford** es astrónomo profesional y director ejecutivo de la [International Dark-Sky Association](#). En 1997 fue galardonado con el premio Van Biesbroeck, por su liderazgo en la batalla en contra de la contaminación lumínica. Su dirección de email es [crawford@noao.edu](mailto:crawford@noao.edu).

**Margarita Metaxa** es física, astrónoma y profesora en la escuela Arsakeio de Atenas, la cual está asociada al Observatorio Nacional de la misma ciudad griega. Ella es una activa estudiosa de la educación de la astronomía, a través de proyectos con el ministerio de educación griego, universidades y escuelas. Su dirección email es [mmetaxa@compulink.gr](mailto:mmetaxa@compulink.gr).

**John Percy** es profesor de astronomía en la Universidad de Toronto y, en la actualidad es presidente de la Sociedad Astronómica del Pacífico. Su dirección email es [jpercy@erin.utoronto.ca](mailto:jpercy@erin.utoronto.ca).



## La Contaminación Lumínica

### ACTIVIDAD 1

#### Objetivo

En esta actividad, los estudiantes observarán que las estrellas más tenues que ellos pueden ver en el cielo, se ven afectadas por muchas cosas: la adaptación de sus ojos a la oscuridad, la presencia de nubes o neblina, la época del año y la presencia de la contaminación lumínica.

#### Información General

Esta actividad es para estudiantes del nivel 6-12. Puede desarrollarse por estudiantes en forma individual pero, por razones de seguridad y sociales, se aconseja que esta actividad sea desarrollada en forma grupal. Si es posible, diferentes estudiantes o grupos de estudiantes deberían hacer sus observaciones desde diferentes lugares, por ejemplo, la esquina de una calle, el patio de sus casas, el parque, áreas rurales o aisladas de la ciudad. Es necesario cerca de 30 minutos de trabajo en la noche, más un periodo de clase para la discusión de los resultados obtenidos. Las observaciones conducen a la discusión de cómo ciertos factores o variables afectan el resultado de la observación. La actividad puede dar lugar a una investigación interesante de cómo el ojo humano se adapta a la oscuridad. Nótese, sin embargo, que esto no es una prueba de visión. Los estudiantes tendrán variadas sensibilidades visuales. Esto es sólo una variable más para tomarse en consideración.

#### Antecedentes de la Información

Dos mil años atrás, los astrónomos llamaban a las estrellas más brillantes "primera magnitud" y a las más tenues "sexta magnitud". Las estrellas más brillantes, de este modo, tienen menores magnitudes. Ahora el sistema de magnitud es una forma cuantitativa de especificar el brillo aparente de las estrellas. La estrella más tenue que un observador puede ver en un lugar durante un tiempo determinado, se denomina "la magnitud límite" de un lugar, una medida que depende de muchos otros factores.

La Osa Menor, incluyendo a la constelación Pequeño Oso, es una constelación que se puede ver durante todo el año en el hemisferio norte. Esta posee estrellas que van desde la magnitud 2.02 (la más brillante) hasta la magnitud más tenue 6.00. En algunos lugares urbanos con contaminación lumínica, incluso las estrellas con segunda magnitud pueden ser invisibles. Sólo algunas estrellas brillantes (como la capella, con una magnitud de 0.08, en las cercanías de Auriga) se tendrán que añadir.

#### Lo que los estudiantes harán

- localizar a la Osa Menor durante la noche
- registrar las condiciones bajo las cuales ellos observaron la constelación
- determinar la estrella más tenue que ellos puedan observar en la constelación y
- registrar su magnitud (su magnitud límite)

#### Lista de Materiales

Los estudiantes necesitarán un gráfico estacional de las estrellas, este se puede sacar de la mayoría de las revistas de astronomía. También necesitarán un gráfico de la Osa Menor, el cual muestre las magnitudes de las estrellas (Figura A1-1). En forma opcional, sería recomendable que usted



proporcione a sus estudiantes con un formulario para ser completado con la información que ellos registren en el ítem (5) abajo.

## Desarrollando la Actividad

En esta actividad, observe directamente a las estrellas y constelaciones, es decir, no las mire de forma directa, sino que de refilón, que es lo que se denomina como "visión apartada". La visión apartada puede ser más sensible, pero introduce una variable adicional a la actividad, la cual es difícil de controlar.

1. Utilice el gráfico estacional de estrellas para localizar a la Osa Mayor, Polaris (la estrella polar) y a Casiopea. La Osa Menor dobla desde Polares hacia el final del lado de la Osa Mayor.

2. Use el gráfico A1-1 para identificar tantas estrellas en la Osa Menor como sea posible.

3. Registre las magnitudes de las estrellas más tenues en la Osa Menor que usted pueda ver. ¿Cuál estrella es la más tenue, (¿cuál tiene la magnitud más positiva)?

4. Permanezca en el exterior, en la oscuridad, lejos de las luces brillantes por al menos 15 minutos más. Repita la observación y registre los resultados. Cuando haya terminado sus observaciones, usted querrá regresar a un lugar con una contaminación lumínica normal para mostrar la gran pérdida en la magnitud límite.

5. Registre la siguiente información sobre las condiciones de observación: (a) lugar de la observación (lo más específico como sea posible), (b) comentarios sobre el lugar, especialmente en relación a la iluminación, (c) comentarios sobre las condiciones del cielo, (d) número de minutos que usted ha estado en la oscuridad, (e) comentarios, si los hay, sobre su visión, (f) comentarios sobre su experiencia como observador del cielo, ¿es usted novato o experto?

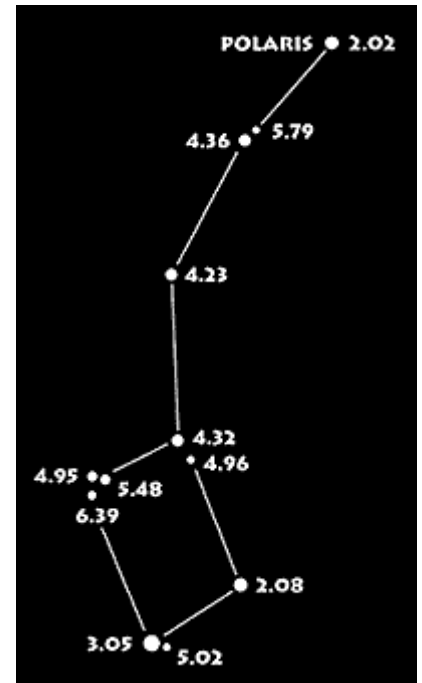


Figura A1-1

## Evaluación

La evaluación se basará sobre los informes de los estudiantes y las discusiones de los mismos. ¿han los estudiantes dado información clara y completa sobre sus observaciones?, ¿tienen los estudiantes una idea de los factores (variables) que podrían afectar la magnitud límite?

## Conclusión

Los estudiantes observarán que sus magnitudes límite dependen del grado en el cual sus ojos se han adaptado a la oscuridad y al brillo del cielo. Esto depende de la presencia de luz natural (de la luna) y de luz artificial (contaminación lumínica).

## ACTIVIDAD 2

### Objetivo

En esta actividad, los estudiantes desarrollarán un plan para reducir la contaminación lumínica por medio de la identificación de la fuente del problema, los problemas involucrados tanto científicos como biológicos, las soluciones posibles y los procesos tecnológicos, económicos y políticos para lograr tales soluciones.

### Información General

Esta actividad se puede desarrollar en el nivel 6-8, pero es más apropiado para el nivel 9-12, porque los problemas de índole social podrían resultar complejos. Los estudiantes pueden trabajar con los ítems 3 al 5, y cada miembro del equipo tendrá una labor distinta. Las actividades son de resultado abierto, por lo tanto se pueden resolver por medio de una rápida "lluvia de ideas" o se puede convertir en un proyecto para el semestre. Esta actividad puede integrar a la ciencia y la tecnología con las ciencias sociales tales como los negocios, la economía y la política.

## **Lo que los estudiantes harán**

- Preparar un informe claro y conciso sobre el problema, incluyendo los problemas científicos, económicos y sociales
- Anotar las opciones disponibles para solucionar el problema y también los pros y contras de la misma
- Elegir la opción más viable, aunque puede no ser la ideal
- Identificar los métodos y canales para implementar la opción
- ¡Actuar!

Esta actividad, por lo tanto, provee una "solución modelo" ya que lidia con otros problemas de índole científico-tecnológico-social.

## **Realizando la Actividad**

1. Escoja cualquier problema relacionado con la contaminación lumínica que usted haya identificado en su vecindario. Este podría ser el traspaso de luz desde la luz de seguridad de su vecino. Puede ser el brillo de la luz de alta intensidad del patio de su colegio. Puede ser toda la iluminación de un campo de juegos o el patio de ventas de autos usados o también puede ser la inapropiada iluminación de su calle o carretera.
2. Prepare un breve informe sobre el problema, el cual debe incluir problemas científicos, tecnológicos, económicos y otros de índole social. ¿es la iluminación eficiente?, ¿efectiva?, ¿segura?, ¿atractiva?
3. A través de una "lluvia de ideas", identifique las soluciones posibles para los problemas y haga una lista con los pros y contras de cada una. Las discusiones con otros grupos serán útiles para llegar a una fácil comprensión.
4. Use la discusión y el consenso para elegir la solución más viable.
5. Determine lo necesario para tratar de implementar la solución. ¿qué información necesita?, ¿qué clase de canales diplomáticos o políticos puede usted utilizar?, prepare un plan de acción.
6. ¡Actúe!

## **Evaluación**

Los estudiantes serán evaluados en relación al informe de sus proyectos y a su habilidad para discutir los problemas relacionados.

## **Conclusión**

Después de haber completado esta actividad, los estudiantes deberían tener una mejor comprensión de los procesos prácticos para lidiar con el problema de la contaminación lumínica y con otros problemas medioambientales y sociales.



## La Contaminación Lumínica

### ACTIVIDAD 3

[Esta actividad se basa en la desarrollada por Jerry Reed, que fue ampliamente corregida y editada por Dave Crawford.]

#### Objetivo

En esta actividad, los estudiantes observarán el diseño de la iluminación exterior y discutirán acerca de cómo esto afecta la eficacia y efectividad de la labor que la iluminación se propone hacer y el grado de contaminación lumínica que se produce.

Los estudiantes más avanzados pueden también observar y describir el espectro de la iluminación exterior y como se relaciona con la efectividad de la iluminación y al grado de contaminación lumínica.

#### Información general

Esta actividad puede realizarse en el nivel 6-12. Los estudiantes en el nivel 9-12 pueden haber sido introducidos a la luz y espectros en sus cursos de ciencias, y esta actividad es un muy buen taller. Es más seguro y más interesante si los estudiantes trabajan en grupos pequeños. La actividad se puede completar en una o dos noches, más un periodo de clases para la discusión. Esto integra en forma efectiva a la ciencia y la tecnología.

#### Antecedentes de información

La mayoría de nosotros está vagamente conciente de la iluminación en nuestro ambiente, pero ¿qué tan seguido hemos mirado de forma cercana a los aparatos de iluminación (incluso aquellos que están en nuestro propio patio)?, puede que nos hayamos dado cuenta de las deficiencias en la iluminación, pero no hemos investigado su causa.

Las investigaciones han mostrado que muchos estudiantes tienen concepciones erróneas respecto a la luz y a la iluminación. ¿qué sucede cuando una luz amarilla brilla sobre un auto azul en una playa de estacionamiento que se encuentra oscura?, ¿puede usted ver un espejo o el reflector de una bicicleta en una habitación completamente oscura?, ¿puede la luz de una determinada fuente viajar más lejos durante la noche que en el día?, esta actividad es útil para tratar estas preguntas.

#### Lo que los Estudiantes Harán

- Haga un estudio sobre los aparatos de iluminación exterior, en los aspectos científicos, tecnológicos y sociales
- Responda la siguiente pregunta: ¿qué tan eficiente y efectivamente realizaban su trabajo las luces observadas?

#### Realizando la Actividad

1. Vaya al exterior, en frente de su casa durante la noche y observe su cuadra o el área visible desde su casa. Haga un diagrama de su cuadra (o área).

2. Observe todas las luces, las luces de su casa, de sus vecinos, de la calle y otras que sean visibles. Anote cada una de ellas por medio de un registro de la ubicación aproximada de cada luz en su diagrama, registre el tipo de luz que es (la luz del porch, la luz de seguridad, la luz de calle, las luces decorativas en el patio o luces que decoran árboles y plantas, etc) y trate de identificar el tipo de lámpara que es. Las lámparas de vapor de mercurio tienen un color blanco, las lámparas de sodio a alta presión tienen un color rosadizo o ámbar, las lámparas de sodio de baja presión tienen un color amarillo claro y las lámparas incandescentes tienen un blanco amarillento.

3. (Opcional) utilice un espectroscopio o una rejilla de difracción para analizar el espectro e identificar el tipo de lámparas que usted observa (de acuerdo a la actividad 2)

4. Anote lo siguiente acerca de las luces que usted observa:

- la clase de aparato que sea lámpara (si es fácil de distinguir)
- Observe como las luces de la calle son montadas (sobre su propio polo o sobre un polo de utilidad... ¿son ellas "cabeza de cobra" o "de apagado completo"?)
- Estime la cantidad de brillo (en una escala de 1 a 5, por ejemplo, donde 1 representa "la falta de brillo" y 5 "muy brillante")
- Estime cualitativamente qué tan bien las luces hacen su trabajo, considerando sus contribuciones al brillo, desperdicio de energía y contaminación lumínica.

## Evaluación

La evaluación debería basarse en los informes realizados por los estudiantes, incluyendo su habilidad para registrar y describir en forma completa las fuentes de iluminación de sus vecindarios.

## Conclusión

Los estudiantes se vuelven conscientes de los diferentes tipos de iluminación en sus vecindarios y qué tan bien cada tipo de luz hace su trabajo.

## ***Koyaanisqatsi — La Vida sin Equilibrio***

Los indios Hopi tienen una palabra exacta, aunque no existe en el inglés o cualquier otro idioma, que expresa un concepto que es tan evidente en el mundo moderno. Esta es, Koyaanisqatsi. Una traducción es "la vida sin equilibrio", otras son "vida loca", "vida en confusión", "la vida que se desintegra", o "un estado de vida que llama a otra forma de vida."

Las descripciones a menudo hacen mejores definiciones. Una puede ser "una autopista de los ángeles a las 4:00 p.m. durante viernes en la tarde". La contaminación lumínica es otro ejemplo. Los problemas medioambientales con los cuales todos vivimos y los cuales surgen a diario, todos ellos son excelentes ejemplos de Koyaanisqatsi.

## ***Un ejemplo: El Proyecto de Contaminación Lumínica en las Escuelas de Grecia***

Margarita Metaxa

La escuela Arsakeio de Atenas y el observatorio nacional de Atenas

El proyecto de contaminación lumínica en las escuelas de Grecia se ha organizado a través del ministerio de educación y religión griego, con financiamiento y apoyo del grupo "acción III", una iniciativa de la Comunidad Europea. Comenzó en 1997 y culminó con un gran simposio en Atenas el 7 y 9 de mayo de 1999. El proyecto fue propuesto por el astrolaboratorio del segundo liceo de la escuela Arsakeio de Atenas (una de las familias de liceos administradas por una ONG en Grecia), en colaboración con dos otras escuelas, una en la ciudad de Ioannina en el mismo país y otra en Manchester, Inglaterra.

Los objetivos del proyecto son: (1) familiarizar a los estudiantes (iy profesores!) con los aspectos científicos y técnicos de la contaminación lumínica, a través de un estudio de astronomía, física, ciencias computacionales y tópicos relacionados, (2) exponer a los estudiantes a las dimensiones culturales y sociales de la

contaminación lumínica y (3) alentar a los estudiantes a entender y apreciar los efectos de la contaminación lumínica en torno a su patrimonio y medioambiente.

Para una efectividad máxima, los estudiantes deberían trabajar en cuatro grupos:

- el "grupo astronómico" estudia los aspectos astronómicos del problema de la contaminación lumínica;
- el "grupo de la iluminación" investiga la naturaleza y diseño de los diferentes tipos de artefactos de iluminación y su impacto sobre el problema;
- el "grupo social" explora las dimensiones sociales de la contaminación lumínica, los aspectos psicológicos, los efectos sobre el ecosistema y los canales políticos y legales que se pueden utilizar para lidiar con el problema;
- El "grupo de relaciones públicas", un equipo que incluye miembros de los otros tres grupos y cuya misión es la de informar a las autoridades locales, los medios de prensa y a la comunidad; sobre el problema por medio de la ejecución de eventos. El objetivo principal del grupo es informar, educar e influenciar a las autoridades para producir e instalar eficientes sistemas de iluminación de ahorro de energía.

Los estudiantes que participan en este proyecto recibirán una valiosa experiencia en el trabajo y colaboración en grupo y en la toma de iniciativas, que les permitirán desarrollarse para convertirse en activos tomadores de decisiones en el futuro.

Además, a las tres escuelas asociadas se han unido al proyecto un total de 40 escuelas, 32 en Grecia y 8 en el exterior, con 76 profesores y 690 estudiantes. En 18 ciudades griegas, se organizaron centros de contaminación lumínica. Estos promueven una iluminación eficiente y efectiva en sus áreas locales. En la ciudad de Tarrega, en España, se ha eliminado una fuente de contaminación lumínica por ley como consecuencia del proyecto. Muchas otras organizaciones e individuos han contribuido al éxito del proyecto: el comité científico asesor, la asociación para el cielo oscuro, las compañías de iluminación Siemens y Philips Hellas SA, las municipalidades en Grecia que operaron con el proyecto y los individuos quienes prepararon la información científica para las páginas web del proyecto.

Mucho se ha aprendido ya de este proyecto. Obviamente, la contaminación lumínica y del aire nos ha robado la belleza del cielo nocturno de nuestros pueblos y ciudades. Incluso, la mayoría de los estudiantes, profesores y público en general están totalmente despreocupados de la importancia e impresionante problema medioambiental que es la contaminación lumínica. La estrategia de tener estudiantes trabajando en cuatro grupos, ha probado ser bastante efectiva, de acuerdo a lo demostrado por las excelentes presentaciones y posters que se entregaron en todas las reuniones llevadas a cabo en Atenas, Creta y Manchester al final del primer año del proyecto.

Además de los observatorios, universidades, compañías de iluminación, escuelas, municipalidades y organizaciones científicas y educacionales que ya están cooperando con el proyecto, otros participantes son también bienvenidos. La mejor forma de averiguar mayores detalles es a través de la página del proyecto en: <http://www.uoi.gr/english/EPL/LP/lp.htm>.



## La Contaminación Lumínica

### Recursos

#### **Organizaciones**

Asociación Internacional para el Cielo Oscuro, 3225 North First Avenue, Tucson, AZ 85719; [ida@darksky.org](mailto:ida@darksky.org);  
<http://www.darksky.org>.

Sociedad Astronómica del Pacífico, 390 Ashton Avenue, San Francisco, CA 94112;  
<http://www.astrosociety.org>.

#### **Libros y Artículos**

Existen varios artículos sobre la contaminación lumínica en *Sky & Telescope*, Septiembre. 1998

Crawford, D. and Hunter, T. "The Battle Against Light Pollution," en *Sky & Telescope*, July 1990, p. 23

Hunter, T. and Goff, B. "Shielding the Night Sky," en *Astronomy*, Sept. 1988, p. 47

Sperling, N. "Light Pollution: A Challenge for Astronomers," en *Mercury*, Sept./Oct. 1986, p. 144

Una extensa variedad de páginas con información de la IDA (en español AICO) sobre casi cada tópico relacionado con la contaminación lumínica. Todo este material se encuentra disponible en la Asociación Internacional para el Cielo Oscuro (ver dirección arriba).

#### **Páginas web**

Asociación Internacional para el cielo oscuro: <http://www.darksky.org>.

Grupo Asesor sobre la Contaminación Lumínica de Nueva Inglaterra: <http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/nelpag.html>

Comité Asesor sobre la Contaminación Lumínica de Ohio: <http://www.fpi-protostar.com/olpac/>

Asociación Astronómica Británica: <http://www.u-net.com/ph/cfds/>

#### **Diapositivas y otros materiales audiovisuales**

La Contaminación Lumínica (set de 20 diapositivas), catálogo AS 294 de la S.A.P., US\$26.95

La Tierra de Noche (poster) catálogo AP 380 de la S.A.P., US\$9,95

Varios otros sets de diapositivas están disponibles en la Asociación Internacional para el Cielo Oscuro (ver dirección arriba)

#### **Materiales para las actividades**

Una red de difracción por transmisión

El kit de espectrómetro (set de 10), catálogo KT 102de la S.A.P. US\$ 79,95