



PROGRAMA DE ILUMINACION EFICIENTE-ELI

Guía educativa para Docentes



Fundación Ecológica Universal

PROGRAMA DE ILUMINACION EFICIENTE - ELI

Guía educativa para Docentes



Fundación Ecológica Universal

El Programa ELI

La *Iniciativa de Iluminación Eficiente (ELI, por sus siglas en inglés)* tiene como objetivo concientizar a los consumidores sobre los beneficios económicos y ambientales de la iluminación eficiente y el ahorro de energía. Se contribuye, así, al cuidado del medio ambiente tanto local como global y a la economía cotidiana.

La introducción de lámparas y luminarias eficientes rinde considerables beneficios, entre los que se destacan:

- **Beneficios ambientales:** reducir la emisión de gases de efecto invernadero, otros impactos asociados a la generación eléctrica y postergar el agotamiento de los recursos no renovables utilizados en dicha generación.

- **Beneficios económicos:** debido a que las denominadas "lámparas de bajo consumo" utilizan alrededor de un 75% menos de energía que las lámparas incandescentes comunes, el usuario notará un ahorro en la factura de servicios eléctricos. Esta reducción dependerá del número de lámparas que se reemplacen.

El Programa ELI fue diseñado por la *Corporación Financiera Internacional (CFI)*, luego del éxito que en 1996 alcanzó el *Proyecto de Iluminación Eficiente de Polonia (PELP, por sus siglas in inglés)*

El Programa ELI abarca siete países: Argentina, Perú, Sudáfrica, Filipinas, Hungría, República Checa y Letonia. El programa ELI está financiado por el *Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)*, a través de la CFI, y administrado en nuestro país por Edesur S.A.

ELI Argentina

En Argentina se ha hecho poco hasta ahora para aprovechar el potencial del uso eficiente de la energía. Entre las barreras que impiden una amplia inserción de la iluminación eficiente se destaca la falta de información. Por este motivo, ELI Argentina lanza una **Campaña de Educación Pública** priorizando la capacitación docente acerca de los beneficios ambientales de la iluminación eficiente. Uno de los pilares de esta Campaña son estos encuentros, cuyo fin es que maestros y profesores puedan transmitir esta información y desarrollar actividades educativas con sus alumnos, ya que ellos representan un excelente canal para lograr una sólida base de nuevos consumidores responsables.

Cómo usar esta guía

Esta guía, desarrolla los contenidos teóricos necesarios para entender la importancia de la iluminación eficiente y sus beneficios ambientales y económicos. Además, complementa a las actividades interdisciplinarias que encontrará en el disquete anexo, las cuales a través de diferentes propuestas lúdico-creativas le permitirán compartir esta capacitación con sus alumnos.

Asimismo, todas las sugerencias, dudas y/o pedidos de ampliación de conceptos, podrán ser solicitados al CENTRO DE ATENCIÓN E INFORMACION AL DOCENTE ELI. Personal altamente calificado lo ayudará en la puesta en marcha de este proyecto en su escuela. El teléfono habilitado para las consultas es: (011) 4373-3996

Gracias por su asistencia a los encuentros de capacitación ELI.

FUNDACIÓN ECOLÓGICA UNIVERSAL y EQUIPO ELI



Presentación

El objetivo principal de esta guía es lograr que cada individuo, desde su hogar o en su trabajo, pueda participar activamente en la toma de conciencia en relación al cuidado del medio ambiente; optimizando y reduciendo los efectos adversos de problemas globales, como el Cambio Climático. Esto incide de manera relevante en la posibilidad de alcanzar el principio tan pregonado del "desarrollo sustentable"*

Esta propuesta se relaciona con la concientización de la población joven, ya que ellos son los que pueden modificar sus costumbres e incidir en su grupo familiar, modificando hábitos adquiridos en el tiempo.

Esperamos que encuentren en esta guía el incentivo, a partir de la información, datos y sugerencias, que les permitan el análisis crítico, despertando el interés personal y el de sus alumnos.

Preguntas, o indicaciones en los capítulos, dejarán ver la transversalidad y multi-direccionalidad de la temática y la posibilidad de articular los conocimientos adquiridos con los contenidos de las diversas asignaturas curriculares, o bien contemplar la posibilidad de incorporarlos a la currícula.

La finalidad de esta Guía es motivar la toma de conciencia respecto a la reducción de los impactos ambientales derivados del uso irracional de la iluminación en los hogares. Los objetivos propuestos a alcanzar son:

- incorporar los conocimientos necesarios para entender los principios fundamentales de la iluminación artificial, los impactos ambientales asociados y su relación con el uso racional de la energía,

- la importancia de la reducción de las emisiones respecto al cambio climático y la promoción del desarrollo sustentable,

- incorporar cambios actitudinales que se cristalicen en beneficios ambientales y económicos, a nivel individual, comunidad y nación,

- adecuar el sistema de iluminación artificial según las recomendaciones que las reglas del arte y los avances científicos/técnicos nos indiquen, con la finalidad de alcanzar el uso racional de la energía en la iluminación.

Importancia de la educación ambiental

Educar significa **desarrollar o perfeccionar las facultades intelectuales y morales**. Tendríamos que incluir a toda la población, sin discriminación de edad, especialmente en un período de la humanidad donde la ampliación del horizonte del conocimiento y el desarrollo de nuevas actitudes, permiten poder fijar metas, aunque sea desde lo teórico. Fijando como horizonte un mundo con principios de relevancia como la preservación del medio ambiente, la prevención, el desarrollo sustentable, la equidad y por ende el bienestar general.

El marco conceptual de la propuesta, desarrollado con una óptica relativamente simple y con una finalidad didáctica que plantea el cuestionamiento como punto de partida de un trayecto enriquecedor, encara acciones que redundarán en beneficio de toda la sociedad, ya que preservar el planeta es claramente un objetivo global. Es así como se intenta llegar a lo que David Perkins define como "**Conocimiento generador: que no se acumula sino que actúa enriqueciendo la vida de las personas, ayudándolas a comprender al mundo y a desenvolverse en él**".

Sin acción no se producirán los cambios necesarios para el logro de los objetivos planteados. Observar la posibilidad de transferencia a partir de los grupos jóvenes a sus mayores de que existe un compromiso

no asumido en cuanto al cuidado del Medio Ambiente, y especialmente en lo concerniente a los grandes impactos, indudablemente merece el esfuerzo. Para ello, a partir de la frase ampliamente enunciada y que es "**Aprender a aprender**", se intenta potenciar las acciones que generen un marco de concientización general.

¿Iluminación, energía, medio ambiente?

Indudablemente, iluminación, energía y medio ambiente son ámbitos complementarios e interactivos que racionalizados permiten disfrutar de los adelantos tecnológicos y cumplir objetivos de prevención. Tengamos presente lo expresado por Silvia Brusilovsky "**La racionalidad no se limita a la elección de medios sino ante todo, a fines [...] ofrecerles a los estudiantes un espacio para que sean no sólo observadores, sino también protagonistas de una acción transformadora que les permita combinar teoría, técnica e imaginación**".

*ver glosario

Para Pensar...

Si estamos en una canoa, lejos de la orilla y comienza a llover fuerte, la canoa se puede llenar de agua y tendremos que buscar un método para achicar el agua que se va juntando. Pero si alguno de los pasajeros de dicha canoa se entretiene haciendo agujeros en el fondo de la embarcación, la posibilidad de que la misma se hunda, es más alta. Seguro que alguno que sabe nadar muy bien, no se asustará, ya que pensará que se salvará llegando a la orilla; pero ¿y los demás? Un bote que se hunde, no se va a pique sólo un poquito, se va del todo.

Ninguno de nosotros, si lo entendimos así, debería hacer más agujeros en el fondo de la embarcación y todos debemos ayudar a paliar el problema planteado.



CAMBIO CLIMATICO



INTRODUCCIÓN

La Tierra se diferencia de los demás planetas del sistema solar por disponer de una cobertura gaseosa, **la atmósfera**, que modera los efectos de la radiación proveniente del Sol. De no ser así, las temperaturas sobre la superficie terrestre variarían notablemente entre el día y la noche, y la temperatura media del planeta sería de unos 18°C bajo cero. La existencia de la atmósfera hace que esa temperatura media sea de 15°C.

Los gases que componen la atmósfera y, de manera particular, el vapor de agua, juegan un papel trascendente en los intercambios entre el suelo, la atmósfera y la energía que proviene del Sol.

Esta energía es distribuida en el planeta mediante los procesos de transferencia de energía calórica de los cambios de fases del agua y las corrientes atmosféricas y oceánicas, inducidas por la misma energía solar, la rotación del planeta y sus particularidades geográficas. Las partículas atmosféricas de origen natural, así como los efluentes (gases, líquidos y aerosoles generados por la actividad humana), intervienen en los procesos de intercambio de energía radiante entre el Sol y el sistema Tierra-Atmósfera.

Habida cuenta que la energía generada en el interior de la Tierra es unas 50.000 veces menor que la solar, podemos decir que el **clima** terrestre es el resultado del balance de energía solar y de la energía re-radiada por la superficie terrestre. Este balance global presenta diversas variaciones zonales, dependientes de la posición relativa del Sol respecto de la Tierra y de la inclinación del eje de rotación del planeta. Las diversas características geográficas proveen el marco para las diferencias del clima, dando origen a los climas que distinguen a las distintas regiones del planeta.

El clima es controlado por balances a largo plazo de la energía de la Tierra y su atmósfera. La radiación entrante del sol es transmitida a través del espacio y por la atmósfera. Cuando alcanza la superficie de la Tierra es captada por el suelo y sus distintos tipos de cobertura (bosques, pastizales, superficie de mares y océanos, etc.), calentándola. A su vez la Tierra radia hacia la atmósfera en función de su propia temperatura.

Los gases de efecto invernadero, como el vapor de agua y el dióxido de carbono, así como las nubes y las partículas, atrapan parte del calor en la fracción inferior de la atmósfera terrestre. Esto es llamado el **efecto invernadero natural**. Si no ocurriera este efecto, la temperatura promedio de la superficie sería de unos 34°C más fría que la actual.

Los vientos y los océanos redistribuyen el calor sobre la superficie de la Tierra. Los eventos naturales causan cambios en el clima. Por ejemplo, grandes erupciones volcánicas inyectan partículas diminutas en la atmósfera que bloquean la luz del sol, dando como resultado un enfriamiento de la superficie que puede durar algunas semanas o meses. Las variaciones en las corrientes oceánicas, cambian la distribución del calor y las precipitaciones. Los eventos como El Niño (el calentamiento periódico del Océano Pacífico central y oriental) típicamente dura de 6 a 18 meses y cambia temporariamente los patrones climáticos alrededor del mundo, causando fuertes lluvias en algunos lugares y sequías en otros.

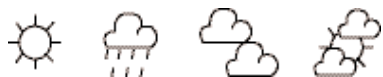
Las actividades humanas también generan cambios en el clima. La cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera está aumentando, especialmente el dióxido de carbono (CO₂), que se ha incrementado, en los últimos 200 años, un 30% a partir de la Era Industrial. Este aumento se debe, principalmente, a cambios en el uso de la tierra (por ejemplo, la deforestación) y por la quema de carbón, petróleo y gas natural (por ejemplo, en automóviles, industria y generación de electricidad).

Si las tendencias actuales de emisiones de gases de efecto invernadero continúan, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera se duplicaría durante el siglo XXI. El desarrollo de la comunidad global, haría que las concentraciones de los otros gases de efecto invernadero también se incrementen, aumentando la temperatura de la Tierra.

La generación y acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera debido a las actividades humanas han cambiado y cambiarán el clima al potenciar el efecto invernadero natural, llevando a un incremento en la temperatura promedio del planeta.

TIEMPO METEOROLÓGICO O TEMPERIE

Es el estado de la atmósfera en un instante dado, definido por los diversos elementos meteorológicos.



CLIMA

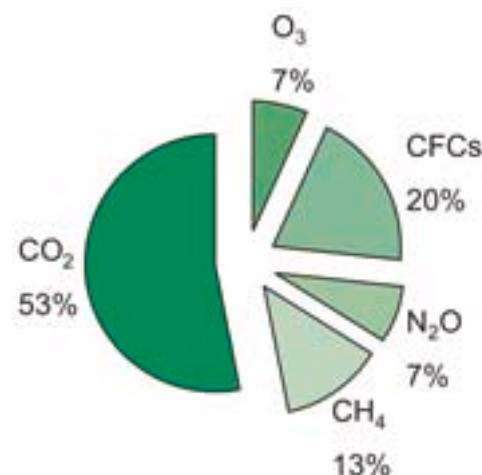
Se define como la síntesis de las condiciones de la temperie o tiempo meteorológico en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas a largo plazo de las variables meteorológicas (temperatura, presión atmosférica, nubosidad, viento, etc.) en dicho lugar. Es decir, el clima es el conjunto de condiciones atmosféricas características de un lugar o región, pero tomando en cuenta un largo periodo de tiempo, normalmente mayor a 30 años, considerando las variaciones y fluctuaciones climáticas. Hablamos entonces de clima árido, tropical, templado o polar.

CAMBIO CLIMÁTICO

En el sentido más general, el término "cambio climático" abarca todas las formas de inconstancia climática – las diferencias entre las estadísticas a largo plazo, entre los elementos meteorológicos calculados para distintos períodos pero con respecto a la misma zona – con independencia de su carácter estadístico o sus causas físicas.

¿Qué actividades humanas contribuyen al Cambio Climático?

La quema de combustibles fósiles y de leña, y sus derivados, así como los distintos usos del suelo, incluyendo la deforestación, están alterando la composición de la atmósfera y contribuyen al cambio climático. Las diversas actividades humanas han llevado al incremento de las concentraciones atmosféricas de un número de gases de efecto invernadero, entre los que se destacan: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonados y el ozono en la parte inferior de la atmósfera.



Distribución de la Contribución al Efecto Invernadero de las Emisiones

El **dióxido de carbono** (CO₂) es producido cuando el carbón, el petróleo, el gas natural, la leña y otros productos orgánicos, son quemados para producir calor, en forma de energía, para el transporte, manufacturas, generación de electricidad, entre otras aplicaciones. El uso de combustibles fósiles es responsable del 80 al 85% del dióxido de carbono que se emite a la atmósfera. Los cambios en el uso de la tierra, por ejemplo, la deforestación para la ampliación de áreas agrícolas, reducen los "sumideros" terrestres (por ejemplo, bosques) de este gas y también provocan emisiones de CO₂. La vegetación "secuestra" el dióxido de carbono; cuando la vegetación disminuye la capacidad de sumidero decrece y, cuando se quema, emite el carbono contenido. En los últimos siglos, la deforestación y otros cambios en el uso de la tierra en muchos países han contribuido sustancialmente al aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera. Los cambios en el uso de la tierra son responsables de un 15 a un 20% de las emisiones actuales de CO₂. Los océanos también son grandes reservorios de CO₂.

El **metano** (CH₄) (gas natural) es el segundo gas de efecto invernadero más importante resultante de las actividades humanas. Es producido por los cultivos de arroz, el ganado y los residuos en descomposición de los rellenos sanitarios. Las actividades humanas han incrementado las concentraciones de metano en la atmósfera en un 145% por sobre el nivel que naturalmente debería tener la atmósfera.

El **óxido nítrico** (N₂O) es producido por varias prácticas agrícolas e industriales. Las actividades humanas han incrementado las concentraciones de óxido nítrico en la atmósfera un 15% por sobre el nivel que naturalmente debería tener la atmósfera.

Los **clorofluorocarbonados** (CFCs) han sido usados en refrigeración, aire acondicionado y como solventes. Sin embargo, la producción de estos gases está siendo eliminada bajo acuerdos internacionales, ya que los CFCs adelgazan la capa de ozono estratosférico. Aunque muy baja en la actualidad, se espera que su contribución al cambio climático se incremente.

El **vapor de agua** es el más abundante e importante de los gases de efecto invernadero producido naturalmente, provocando el efecto invernadero natural. Se encuentra en la atmósfera en sus tres estados: (a) gaseoso, como vapor de agua; (b) líquido, como gotitas en las nubes, niebla y lluvia; y (c) sólido, en forma de cristales de nieve y granizo. Además de su efecto directo como un gas de efecto invernadero, las nubes que se forman del vapor de agua en la atmósfera también afectan el balance de calor de la Tierra por la reflexión de la luz del sol (efecto de enfriamiento) y la retención de la radiación infrarroja (efecto de calentamiento).

En los pasados 10.000 años, la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra se ha mantenido relativamente estable, hasta hace un par de siglos, donde las concentraciones de muchos de estos gases comenzaron a incrementarse debido a las demandas de una población mundial creciente, que plantea requerimientos cada vez mayores de energía, alimentos y servicios.

Proyecciones Futuras

El promedio de temperatura global del aire en la superficie de la Tierra se ha incrementado entre 0,3 y 0,6°C desde fines del siglo XIX. Otro factor de evidencia del incremento de la temperatura global en el siglo XX incluye, por ejemplo, el elevamiento observado del nivel del mar de 10 a 25 centímetros y la retracción de los glaciares.

Las proyecciones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, publicadas a principio de 2001 indican que, durante el Siglo XXI, la temperatura media de la superficie de la Tierra se incrementará entre 1,4 y 5,8 °C, y el nivel medio del mar se incrementará entre 9 y 88 cm.

El cambio climático se manifiesta también en cambios en los patrones de precipitación y en la humedad del suelo. Se observan aumentos en la cantidad y severidad de eventos extremos, en particular de inundaciones y tormentas tropicales, otra consecuencia de este proceso.

Dado que la mayoría de los gases de efecto invernadero permanecen en la atmósfera por un largo período de tiempo, aunque las emisiones resultantes de las actividades humanas terminen de inmediato, los efectos acumulados de las emisiones pasadas persistirán por siglos.

La respuesta de la comunidad internacional

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático fue acordada en 1992 por más de 150 países del mundo como respuesta al desafío del aumento de la temperatura de la Tierra. El objetivo de este acuerdo internacional es **la estabilización de gases en la atmósfera a niveles que impidan interferencias peligrosas de origen humano en el sistema climático, y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, para asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.**

Los puntos principales de la Convención establecen que:

- *A los países del Anexo I (países desarrollados, países del este europeo y de la ex Unión Soviética), se les exige volver individual o conjuntamente a los niveles de emisiones de los gases efecto invernadero correspondientes al año 1990.*
- *A los países en desarrollo (no Anexo I), se les exige presentar Comunicaciones Nacionales, las que incluyen los Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero (emisiones y sumideros)*
- *Se admite que para lograr un desarrollo económico y social sostenible, los países en desarrollo necesitarán aumentar su consumo de energía, así como la proporción del total de emisiones.*

Argentina adhirió y ratificó la Convención sobre Cambio Climático en diciembre de 1993 por medio de la Ley N° 24295.

¿Cuál puede ser nuestro aporte?

Habida cuenta que la responsabilidad en este proceso de cambio climático es "**común pero diferenciada**" todos los habitantes del planeta, es decir, cada uno de nosotros, tenemos la obligación de informarnos y de difundir los temas relacionados. Cada uno debería encontrar su forma de contribución para la defensa de los comunes de la Humanidad. El clima terrestre es uno de esos comunes. Algunos esfuerzos serán pequeños, otros más grandes pero la suma de ellos es lo que puede ayudar a todos. Una manera efectiva de contribuir a mitigar el cambio climático es a través del uso racional de energía en general y la electricidad en particular.

El uso racional de energía eléctrica incluye las acciones que ya conocemos. Apagar la luz del aula o de nuestra casa, en cada una de sus habitaciones, cuando la iluminación natural resulte suficiente. Pero también debe incluir la adquisición y uso de artefactos eléctricos eficientes, es decir que consuman menos energía para producir el trabajo que hacen. De esta manera se puede ahorrar mucha energía y dinero, a la vez que se disminuye el impacto ambiental asociado a la generación de electricidad, ayudando a mitigar el cambio climático. A continuación veremos las alternativas para la generación de electricidad, sus impactos ambientales y las opciones para el uso racional de la energía eléctrica, en particular mediante la iluminación eficiente.

Así surgirán cada vez más temas relacionados con nuestras vivencias diarias. Y a medida que somos concientes del problema, encontraremos las posibilidades para mitigar sus efectos negativos.





INTRODUCCIÓN

Por definición **la energía es la capacidad de un cuerpo o sistema para producir trabajo.**

-Un ser vivo obtiene la energía de sus alimentos. Los requerimientos al efecto son diferentes para una persona que realiza un trabajo físico exigente o una persona que desarrolla una tarea sedentaria; un bebé, un adolescente en pleno desarrollo, un deportista o un anciano con poca actividad.

-La naturaleza, a partir del sol, produce múltiples transformaciones conducentes al desarrollo de los diversos biomas*, la generación de combustibles líquidos y sólidos, entre otros.

-El desarrollo tecnológico permite el uso efectivo de las diversas fuentes de energía.

Los requerimientos de energía están asociados a las actividades de los ecosistemas y a las humanas, pero no sólo en lo concerniente a la subsistencia. Debido a la evolución técnica, científica y demográfica, se produce un gran aumento en el uso de energía, como se observa en **la iluminación**, la producción de bienes y servicios, el transporte, las comunicaciones, la calefacción, la refrigeración, entre otros.

¿Qué son las fuentes de energía?

Las fuentes de energía son sistemas que pueden transformar parte de su energía interna en calor y trabajo.

Las fuentes de energía se pueden clasificar en primarias y secundarias.

Fuente de Energía Primaria: son las que se obtienen de la naturaleza, ya sea en forma directa como en el caso de la energía hidráulica o solar, geoenergía, la leña y otros combustibles vegetales; o después de un proceso de extracción como el petróleo crudo, el carbón mineral, etc.

Fuentes de Energía Secundaria: son los diferentes productos energéticos que derivan de la energía pri-

maria y provienen de centros de transformación, como la electricidad. Sus destinos son los sectores de consumo.

¿Cuáles son las principales fuentes de energía?

•**La Energía solar:** Se origina en las reacciones nucleares internas del Sol, la fuente natural de energía de este planeta. La irradiación se transmite a la superficie de la Tierra y de allí se irradia al espacio. Cada centímetro cuadrado de la superficie solar proyecta al espacio radiaciones electromagnéticas. El espectro de estas radiaciones comprende longitudes de onda desde los 120 *nanómetros** hasta los miles de nanómetros. Dentro de este rango se incluyen a los rayos X, ultravioletas A, B, y C, visibles e infrarrojos.

La energía solar es la fuente básica de energía primaria, generadora de las restantes formas de energía, debido a las transformaciones producidas en los procesos naturales (formación de biomasa, hulla, petróleo, gas natural, vientos, etc.) Es una fuente de energía que depende de factores propios y externos, por lo cual es dispersa y variable en función de la estacionalidad, la hora y la nubosidad. La energía solar se puede captar en forma de energía térmica, *energía biológica** y por medio de *células fotoeléctricas** o *fotovoltaicas*.

•**La Energía Hidroeléctrica:** Esta energía depende de la transformación de la energía potencial del agua en la superficie terrestre (ríos, lagos) en energía eléctrica. Ello ocurre aprovechando saltos naturales o produciendo desniveles artificiales mediante represas. En ciertos casos, particularmente en ríos torrentosos, se puede usar la energía cinética propia del curso de agua para operar turbinas que generan electricidad.

•**La Energía Eólica:** Se genera a partir del viento, siendo dependiente de su intensidad y persistencia. Por su variabilidad exige la acumulación de energía en baterías. También se puede aprovechar directamente para otros trabajos, por ejemplo el bombeo de agua.

•**La Energía Química:** Es la energía generada por las reacciones químicas que producen un desprendimiento de calor (reacciones exotérmicas) o energía eléctrica como en el caso de las pilas. Algunas reacciones químicas requieren de un aporte externo de energía para poder desarrollar todas o algunas de las etapas de la reacción (reacciones endotérmicas)

•**La Energía Termoeléctrica (Electricidad Térmica):** El calor generado por la quema de combustibles se convierte en electricidad en máquinas térmicas. Los principales combustibles que se utilizan en las centrales térmicas incluyen:

-**Carbón mineral:** Es un mineral sólido de color negro o marrón oscuro que contiene esencialmente carbono, así como pequeñas cantidades de otros elementos. Resulta de la degradación de los restos de organismos vegetales, en ausencia de oxígeno, sometidos durante millones de años a la acción del calor y presión debido al movimiento de las capas de la tierra. El carbón mineral no es un mineral uniforme y se clasifican por rangos de acuerdo a su grado de degradación, en series que van desde lignitos a antracitas, los cuales presentan diferencias considerables en su contenido en volátiles, carbono fijo y poder calorífico. En la República Argentina se lo explota en los yacimientos de Río Turbio.

-**Gas Natural:** Es una mezcla gaseosa de hidrocarburos de bajo peso molecular*, que incluye tanto al gas natural* libre como el asociado, que es el obtenido dentro de la producción de otros recursos. Se presenta también en las minas de carbón o zonas de *geopresión**. En la República Argentina hay varios yacimientos gasíferos que incluso permiten la exportación de los excedentes a los países limítrofes.

-Derivados del petróleo: a partir del petróleo crudo se produce una variedad de combustibles líquidos y otros subproductos. Algunos de los líquidos -el fuel oil (un combustible pesado) y el diesel (un combustible más liviano)- se utilizan para la generación de electricidad otros derivados de petróleo (gasoil, nafta, gas licuado de petróleo) suelen utilizarse para el transporte y otros propósitos.

-Combustibles fisionables*: Es la energía que se obtiene de elementos que pueden ser fisionables*. El mineral utilizado es el *Uranio** obtenido luego de un proceso de purificación y/o enriquecimiento (se incrementa el tenor en el *isótopo** del Uranio 235). El contenido de mineral fisionable es el que alimenta a las usinas nucleares u otros tipos de reactores atómicos y se considera energía primaria como "combustible nuclear". En el país se elabora el combustible nuclear a partir de mineral propio.

-Biomasa: Incluyen como combustible la leña, productos de la caña de azúcar, residuos animales (de la actividad agropecuaria y urbana), residuos vegetales (residuos agroindustriales y forestales), etc.

•La Energía Atómica o Nuclear: La energía nuclear mantiene unidas las partículas en el núcleo de los átomos. Al unirse dos núcleos (reacción de fusión) o al partirse en dos o más fragmentos de un núcleo muy pesado (reacción de fisión) se libera grandes cantidades de energía que pueden aprovecharse.

PENETRACION DE LA ENERGIA SOLAR EN LA ATMOSFERA TERRESTRE

Tomando como 100% la que llega a la alta atmósfera (sin considerar rayos cósmicos y rayos X)

Energía Radiante	Porcentaje	Longitud de onda
UV (A, B, C)	9%	120-380 nm
Visible	42%	380-710 nm
Infrarrojo	9%	710-10.000 nm

(cuadro 1)



La electricidad...

Una de las fuentes de energía secundaria es la **energía eléctrica o electricidad**. La misma se genera por el movimiento de electrones. Se incluye la energía eléctrica generada con cualquier recurso, sea primario o secundario, en plantas hidroeléctricas, térmicas, eólicas, solares, geotérmicas, nucleares y otras.

Cuando hablamos de **corriente** debemos diferenciar entre **continua y alterna**.

- La primera **corresponde a un sistema de generación de electricidad que fluye en un solo sentido y mantiene una intensidad constante**.

Ejemplos: una batería de automóvil (12 V) o una pila (1,5 V)

- En el segundo caso la corriente eléctrica cambia de sentido a intervalos recurrentes* regulares. El sistema de generación eléctrica en el país utiliza una frecuencia de 50 Hertz (Hz = ciclos* por segundo)

La Generación de la Electricidad y sus Impactos Ambientales

Entre los principales sistemas de generación de electricidad se destacan:

1. Generación por turbogrupos
2. Generación hidroeléctrica
3. Generación en centrales atómicas
4. Otros sistemas de generación, basados en recursos renovables (solar, eólica, etc.).

1. Generación por turbogrupos:

El sistema clásico de generación es el denominado: **termoeléctrico a vapor**. El mismo está constituido por una caldera en la que se genera vapor de agua a elevada presión y temperatura. Se utilizan combustibles como el carbón, combustibles líquidos derivados del petróleo o el gas natural, según las posibilidades regionales o locales. En Argentina, el combustible más utilizado es el gas natural.

Existen también **turbogeneradores a gas**, donde el fluido impulsor de las turbinas son los gases producidos en la combustión. Originalmente estos tenían bajo rendimiento respecto a las turbinas de vapor, por lo cual el costo de generación era alto. En la última década, se ha mejorado el rendimiento de estos equipos, bajando el costo de generación.

También existen sistemas de generación identificados como **ciclo combinado**, que comprenden uno o más turbinas de gas junto con una turbina de vapor. Se utiliza el combustible en la turbina de gas, preferentemente de alto rendimiento. Luego, la energía remanente de los gases de la combustión se utiliza para generar vapor, sin necesidad de quemar más combustible. Estos sistemas tienen muy alto rendimiento; convirtiendo más del 50 % de la energía química del combustible en electricidad (versus el 35% en las turbinas de vapor). Afortunadamente, en los últimos años, los sistemas de ciclo com-

binado tuvieron amplia difusión en la Argentina.

Todos estos sistemas que requieren la generación de vapor, necesitan de instalaciones para la depuración del agua (*desmineralización**), utilizando agua de alta pureza para la alimentación de la caldera. De no ser así se desarrollan rápidamente procesos corrosivos que reducen la vida útil del equipamiento y aumenta los costos de mantenimiento correctivo.

La generación por turbogrupos produce los siguientes impactos ambientales:

-Emisiones de *dióxido de carbono** (CO₂).

-Emisión de *dióxido de azufre** (SO₂), que depende de la concentración de azufre en el combustible utilizado (mayor en el carbón). Este contaminante se transforma en la atmósfera por procesos fotoquímicos y de hidratación en ácido sulfúrico (SO₄H₂) que forma parte de la lluvia ácida*

-Emisiones de *óxidos de nitrógeno** (NO_x), que también contribuyen en la producción de *lluvia ácida*.

-Material particulado en suspensión (el hollín y partículas) derivado de combustibles sólidos o líquidos debido a una combustión incompleta. Además parte de las cenizas pueden ser arrastradas con los gases.

-Restos de combustibles líquidos (nafta, fuel oil) o gaseosos, como los gases de venteo que son aquellos que se liberan a la atmósfera en el proceso de extracción del petróleo.

2. Generación Hidroeléctrica:

El sistema se basa en el aprovechamiento de la energía potencial y cinética del agua.

La hidroelectricidad produce una serie de impactos ambientales y sociales:

- las inundaciones en el área de la represa, producen el anegamiento de tierras fértiles o selvas,

- la necesidad de reubicación de miles de personas afectadas por el emprendimiento,
- los cambios en los ecosistemas,
- los impactos debido a erosión en las zonas linderas afectadas al emprendimiento,
- la retención de una importante proporción de los sedimentos arrastrados por el río que realizan la fertilización natural de la parte inferior del cauce.

Este tipo de emprendimientos no se pueden descartar, ya que puede solucionar la problemática energética de importantes regiones. Sin embargo, el impacto ambiental tiene gran variación según el lugar del emprendimiento, y se debería analizar el potencial impacto y de riesgo de cada obra futura para minimizarlo.

3. Generación en Centrales Atómicas:

En este tipo de centrales se utiliza como fuente energética al combustible nuclear. Las características de la central determinan el tipo de material radiactivo usado, pudiendo ser *Uranio enriquecido**, *Uranio natural** o *Plutonio**. El proceso de generación es similar al de las turbinas a vapor a partir del gas natural.

En el país existen dos centrales nucleares en operación: Atucha I, en Buenos Aires y Embalse Río Tercero en Córdoba.

Esta tecnología no genera dióxido de carbono y el principal impacto asociado es la generación de residuos nucleares con extensos períodos de *semidesintegración**. Existen metodologías adecuadas para tratar y, en su defecto, disponer los efluentes líquidos.

La principal problemática de la actividad pasa por la adecuada selección de un repositorio seguro para estos residuos. El otro factor que se debe considerar es un accidente nuclear, que en las estadísticas se presenta con una baja probabilidad, pero sí representa un alto valor por el índice de gravedad del mismo. Como ejemplo podemos tomar el accidente de Chernobyl.

4. Otros sistemas de generación, basados en recursos renovables:

Ninguna de las siguientes alternativas producen CO₂.

4.1. Energía solar: Se puede generar la electricidad por medio de paneles que generan un flujo de corriente eléctrica. Por su alto costo actual, hoy su uso se ha limitado a los satélites artificiales y a la electrificación de poblaciones rurales dispersas. Recientemente se usa también en zonas periurbanas.

4.2. Energía eólica: Se produce a partir del aprovechamiento de la energía cinética del viento. El equipo utilizado para generar electricidad se denomina *aerogenerador**. Argentina cuenta con alto recurso eólico, sobre todo en la Patagonia. El impacto ambiental comprende el nivel sonoro. Sin embargo, es la fuente de generación con menor impacto al medio ambiente.

4.3. Recursos geotérmicos: El calor de la Tierra es utilizado como fuente de energía para producir vapor, que puede ser aprovechado para la generación de electricidad. Nuestro país tiene un potencial considerable para utilizar este recurso.

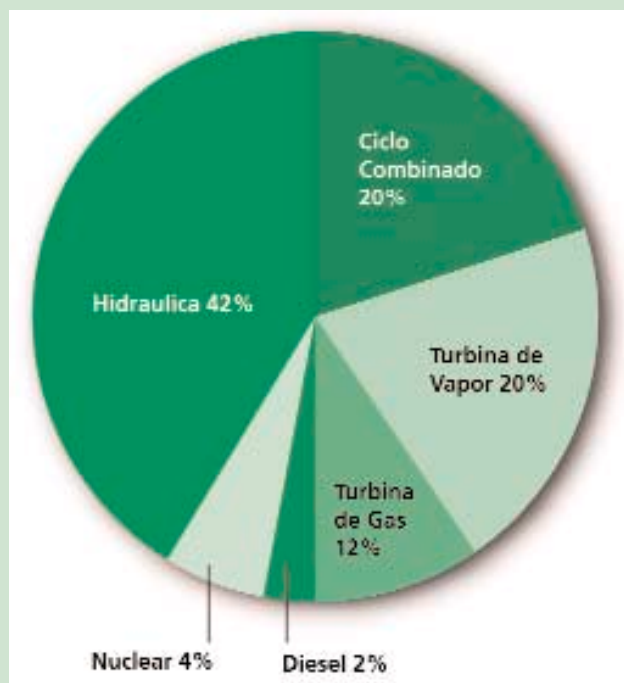
4.4. Aprovechamiento de la energía del mar u océanos: Se pueden aprovechar las corrientes marinas o las mareas (mareomotriz) para la generación de electricidad. ■

Generación eléctrica en Argentina

Agradecemos los aportes del Ingeniero Carlos G. Tanides (Ingeniero electricista, investigador del Grupo Energía y Ambiente, depto. de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Co autor del Libro ELI de iluminación eficiente)

En 1999, la generación eléctrica sumaba 23,1 GW (gigawatt, millones de kilowatt), repartido por tipo de planta de la manera mostrada en la siguiente figura:

POTENCIA DE GENERACION ELECTRICA INSTALADA SEGUN TIPO [%]



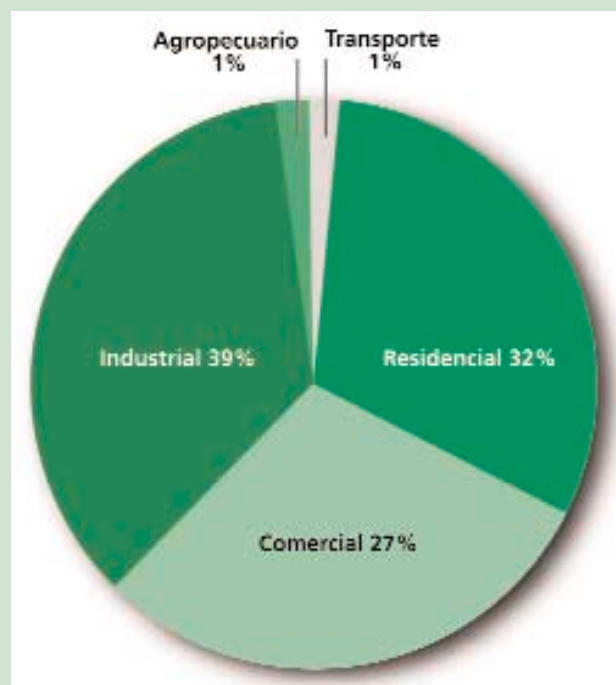
Las turbinas de ciclo combinado que son de mayor rendimiento en el mundo, hoy ocupan una parte importante del parque de generación eléctrica en Argentina. En el año 1999, ya sumaban el 20% del total. Esta tiene una

importante contribución al ahorro del combustible (gas natural), reducción en el costo de la electricidad y la protección ambiental.

Considerando todas las centrales termoeléctricas a base de combustibles fósiles (ciclo combinado, turbina de vapor, turbina de gas y diesel) estas suman el 54 % del total. La hidroelectricidad está en segundo lugar con el 42 % y la nuclear en tercer lugar con el 4%. La energía eólica -otra tecnología limpia que también creció mucho en los últimos años- llegó al 0,6% del total en 1999.

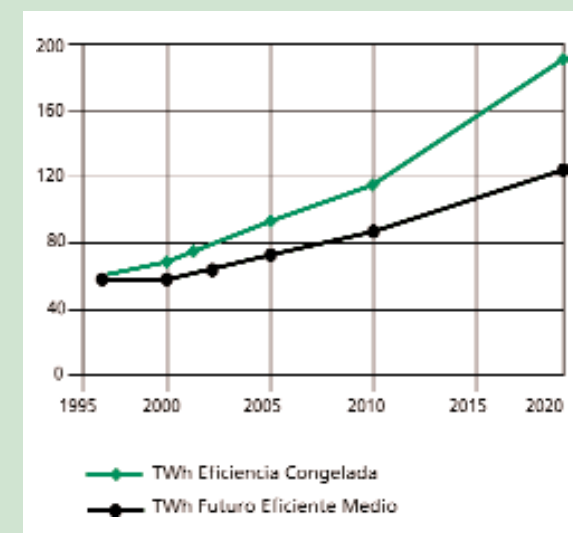
Ese mismo año, el consumo total de energía eléctrica sumó 64,5 TWh (terawatt-hora, miles de millones de kilowatt-hora), repartido entre los distintos sectores

PARTICIPACION DEL CONSUMO [%]



de la siguiente manera:

Casi la totalidad del consumo de energía eléctrica en Argentina se encuentra en tres sectores: residencial, comercial e industrial. En estos sectores también se concentran las oportunidades de ahorro a través del uso eficiente de la energía eléctrica. Para estimar el potencial de ahorro debemos considerar la evolución del consumo en el futuro. Dicha evolución depende del crecimiento de la demanda de servicios energéticos: luz, fuerza motriz, climatización, etc. y la eficiencia de los aparatos utilizados para proveer estos servicios. Se puede generar dos *escenarios**, uno considerando que en el futuro no haya mejoras en la eficiencia y el otro considerando que se haya incorporado todas las medidas de eficiencia que se justifican económicamente. Estos dos escenarios se llaman "eficiencia congelada" y "futuro eficiente". La figura que sigue muestra los dos es-



Consumo total de energía eléctrica en Argentina, 1996-2010, con eficiencia congelada y con futuro eficiente. (fuente Grupo Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería, UBA, 1998).

cenarios, tomando el año 1996 como base y proyectando hasta el 2020

El potencial de ahorro crece en el futuro. El potencial es la diferencia entre la demanda con eficiencia y sin la misma y llega en el 2020 a casi el mismo valor que el consumo actual total (65 TWh).

El ahorro energético tiene importantes beneficios tanto económicos como ambientales. Podemos citar el texto emergente del diálogo parlamentario Europa-América Latina, realizado en Bélgica (1998), donde dice:

“... la experiencia de los países desarrollados, como en el caso de los europeos, ha demostrado que el ahorro energético y la utilización racional de la energía son la base de la estrategia que pueden adoptar los países en desarrollo como los del área Latinoamericana de cara al futuro; si pensamos en un escenario de recursos energéticos limitados y con preocupaciones crecientes respecto de la protección del medio ambiente. La utilización racional de la energía implicará una disminución de costes y un menor impacto negativo sobre el medio ambiente. Se trata, pues, de encontrar una estrategia que permita un menor consumo de energía sin alterar los niveles de bienestar económico y social”.

Por estos motivos, vemos una imperiosa necesidad de concientizar a la población sobre el uso eficiente de la energía. El programa ELI propone esta tarea en el caso de la iluminación eficiente.

LA ILUMINACION EFICIENTE





Un poco de historia...

- El hombre primitivo vivía en cuevas, usaba el fogón para cocinar, para mantener los animales salvajes alejados durante la noche, y para calentarse. El fuego era un tesoro que había que proteger. Si se apagaba era laborioso reiniciarlo, frotando maderas o tratando de sacar chispas al chocar piedras. Era además difícil transportarlo de una parte a otra.

- La antorcha, un palo encendido y luego mejorado al ponerle estopa y grasas o resinas, permitía el traslado y además la iluminación durante excursiones nocturnas.

- La iluminación con lámparas de aceite fue un gran progreso. Permitía el traslado, pero generalmente los aceites daban olor y al quemarse producían hollín.

- La vela es un invento práctico. En la época de los romanos se usaban velas de cera de abeja.

- A mediados del siglo XIX se descubrió el petróleo, y con él se llegó a sus fracciones de destilación, como el kerosén* que se usó y sigue usando para muchos fines, entre ellos la iluminación en zonas donde no llega la electricidad.

- Los grandes adelantos técnicos del siglo XVIII y XIX nos trajeron la electricidad, la lámpara incandescente eléctrica (1879) y muchos artefactos que hacen a la comodidad en nuestras vidas.

- Las lámparas incandescentes tuvieron sucesivas adaptaciones hasta llegar al producto que hoy conocemos. Estas calientan un filamento para producir luz -método ineficiente y costoso-

- En la segunda década del siglo XX, aparecieron en el mercado los tubos fluorescentes, siendo una opción mucho más eficiente que las lámparas incandescentes. Hoy día, los tubos fluorescentes son más eficientes todavía ofreciendo gran variedad de colores y tamaños.

- En 1982, aparecieron las lámparas fluorescentes compactas, posibilitando la sustitución directa de lámparas incandescentes,

Tomas A. Edison, el inventor de la lámpara incandescente, opinó: "que la energía eléctrica iba a ser tan barata que sólo los ricos iban a poder iluminarse con velas."

¿Qué es la iluminación?

La iluminación es la **energía radiante capaz de excitar la retina del ojo humano y producir en consecuencia una sensación visual**. Toda energía radiante es de naturaleza electromagnética y sólo difieren en su *longitud de onda** y *frecuencia**. Se propaga en el vacío con la misma velocidad (300.000 Km/s). Con el surgimiento de la energía eléctrica se obtuvo su transformación en *energía radiante** visible.

Las diferentes fuentes de energía radiante son según su origen, naturales o artificiales. La principal fuente natural es el sol.

El rango de longitudes de onda que pertenecen al ámbito del espectro visible* está comprendido entre los 380 y 780 nanómetros*. El ojo tiene una respuesta selectiva a las radiaciones que lo impactan, obteniéndose su máxima sensibilidad a una longitud de onda de 555 nanómetros.

Para hablar de **iluminación eficiente** debemos considerar los siguientes factores :

- La calidad de la luz, definida por las actividades a desarrollar en el ámbito en cuestión.
- El costo de la lámpara, en mantenimiento y, sobre todo, el consumo energético.
- La protección al medio ambiente.

En nuestros hogares, donde tenemos más posibilidades para actuar, la iluminación tiene una importante participación en el consumo total de energía eléctrica (ver recuadro).

Consumo de energía eléctrica en viviendas argentinas (1997)



Fuente: Grupo Energía y Ambiente, Facultad de Ingeniería, UBA y Secretaría de Energía

Diferentes tipos de lámparas

Las características y detalles técnicos de los distintos tipos de lámparas más utilizadas se presentan a continuación:

•Lámparas incandescentes

Son de uso rutinario, especialmente en viviendas. La luz proviene de un filamento metálico, generalmente de tungsteno*, (elegido por sus características en cuanto a bajo coeficiente de evaporación, alto punto de fusión y buenas propiedades metalúrgicas), montado dentro de un bulbo. El filamento es intensamente calentado por el paso de la corriente eléctrica (efecto Joule). El bulbo

puede ser claro u opalino. No se debe colocar las de bulbo claro en lugares donde el filamento estaría a la vista, ya que su brillo es dañino para los ojos.

La evaporación generada por las altas temperaturas produce el corte del filamento, determinando la vida de la lámpara. A partir de los años 1960, existe una variedad de lámparas incandescentes -denominadas halógenas- que permiten operar a mayores temperaturas con mayor rendimiento, a la vez que la vida útil también es mayor. En los últimos años el uso de estas lámparas equipadas con reflectores se ha multiplicado en Argentina. Popularmente, se las llaman "dicroicas", pero esta denominación no es siempre correctamente usada.

LÁMPARAS INCANDESCENTES CLARAS

Potencia W	Flujo Luminoso lm	Eficacia lm/W	Vida útil horas
25	215	8,6	1000
40	400	10	1000
75	680	9,1	1000
100	1040	10,4	1000

•Tubos Fluorescentes

Son lámparas de vapor de mercurio* de baja presión, en las cuales la radiación invisible ultravioleta generada se convierte en radiación visible con la ayuda del recubrimiento interno del tubo con la sustancia química adecuada. Diferentes tipos de recubrimientos producen variaciones en la composición del espectro emitido, por ende variaciones en la coloración de la emisión de luz. Esta característica debe ser tenida en cuenta según el uso que se haga de ella: para un ambiente en el que se realizan tareas de escritorio se requiere una luz blanca; mientras que en un ambiente de estar generalmente se utilizan coloraciones de tipo cálida a los efectos de generar un ambiente agradable y cordial.

Se encuentran en el mercado varios tipos según las características de luz emitida, sus dimensiones y velocidad de arranque.

Hoy día los tubos fluorescentes presentan diversas características que no sólo pasan por los componentes sino también en lo referente a las dimensiones. Los más usados están definidos como T-12 y T-8, diferenciándose por su diámetro (36 milímetros y 26 mm respectivamente). Algunos usuarios prefieren la estructura clásica de los T-12 por presentar menor brillo. Sin embargo, los T-8 son de mayor rendimiento. Los tubos T-8 **comunes** cuestan lo mismo y consumen el 10% menos que las T-12 de la misma longitud, produciendo la misma cantidad de luz. Las T-8 llamadas trifósforos, consumen lo mismo que las T-8 comunes, pero emiten el 30% más luz. Además, tiene una emisión espectral mejor con mejor reproducción de colores.

Los tubos fluorescentes requieren de la instalación de balastos*. Los balastos comunes son electromagnéticos. Con este tipo de balasto también se debe incorporar arrancadores. **Las lámparas T-8 requieren el uso de arrancadores de alta calidad**

Una alternativa al balasto electromagnético es el electrónico, el cual reduce notablemente el consumo energético de la instalación. Sin embargo, es más costoso, por lo cual se limita su uso a lugares con muchas horas de encendido por día, por ejemplo en oficinas, comercios, escuelas, etc.

TUBOS FLUORESCENTES

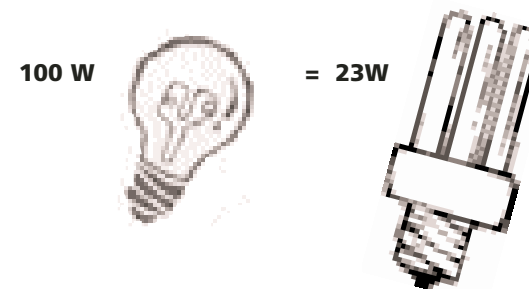
Potencia W	Flujo Luminoso lm	Eficacia lm/W	Vida útil horas
18	1100	61	>7500
36	2600	72	>7500
58	4100	71	>7500

•Lámparas fluorescentes compactas (LFC) conocidas como lámparas de bajo consumo:

Los tubos fluorescentes comunes son más eficientes que las lámparas incandescentes, pero requieren una instalación especial y no resultan adecuados para muchas aplicaciones.

Una lámpara fluorescente compacta (LFC) es un tubo fluorescente en miniatura. Se logra la compactación doblando el tubo sobre sí mismo, pudiendo ser simple, doble o triple. Se buscó que los tamaños sean adecuados para el uso en artefactos residenciales, que tengan una buena reproducción de colores y en lo posible bajo peso.

Muchos modelos llevan una rosca, igual a la de las incandescentes. Las lámparas fluorescentes compactas tienen una potencia de entre 7 y 23 W para que tengan el flujo luminoso equivalente a las incandescentes de 25 W a 100 W. En la actualidad se producen LFC de mayor flujo luminoso.



Las principales ventajas de las LFC respecto a las lámparas incandescentes comunes son su vida útil y su eficiencia. **Los buenos modelos de LFC tienen una vida útil de 6000 a 10.000 horas —6 a 10 veces más que las incandescentes comunes. Además, consumen cuatro veces menos energía.**

LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Potencia W	Flujo Luminoso lm	Eficacia lm/W	Vida útil horas
7	400	57	>6000
11	550-600	50 - 55	>6000
15	820-900	55 - 60	>6000
20	1100-1200	55 - 60	>6000
23	1410-1500	61 - 65	>6000

Las LFC son mucho más caras que las comunes. Sin embargo, pueden sustituir adecuadamente a las lámparas incandescentes, especialmente en ámbitos en los que se requiere iluminación artificial durante lapsos prolongados.

Tomemos como referencia una lámpara incandescente de 100 W. Esta lámpara tiene una vida útil de sólo 1000 horas, durante la cual consume 1000 x 100 Watt-horas, es decir 100Kilowatt-Horas (kWh) de electricidad. El costo total energético para usuarios residenciales correspondiente al consumo de la lámpara en toda su vida útil será de 100 kWh x \$0,10 kWh, igual a \$10. Aunque la lámpara sólo cueste \$0,75, su compra implica un costo futuro de electricidad de \$10. Es decir, el costo operativo es mucho superior al costo de compra.

Para una lámpara incandescente de:	Que se enciende por lo menos	Reemplazar por LFC de la sig. potencia
100W	1 hvdía	23 W
75 W	1,5 hvdía	15 a 20 W
60 W	2 hvdía	13 a 15 W
40 W	2 hvdía	11 W
25 W	3 hvdía	7 W

Los siguientes aspectos también resultan de importancia al elegir la iluminación más eficiente, ya que:

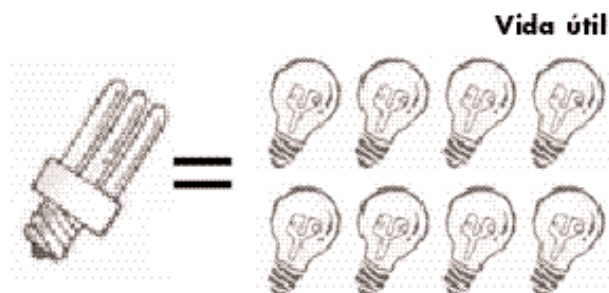
-La vida útil de las LFC dependen del número de encendidos y apagados, por lo tanto conviene utilizarlas en lugares donde no se enciendan ni se apaguen muchas veces.

-Las LFC necesitan varios minutos para alcanzar su brillo máximo, razón por la cual no es conveniente instalarlas en ambientes de poco uso.

-Las LFC son más grandes que las incandescentes, por eso pueden no adecuarse a ciertos usos y artefactos.

-Hoy día, existen modelos de LFC que emiten luz de color blanco cálido, idéntico al color de una lámpara incandescente. Sin embargo, también se consiguen modelos con color blanco frío (como tubos fluorescentes tradicionales) y un color blanco intermedio. Por eso, en el momento de compra hay que verificar que el color seleccionado sea el que uno busca.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de características de los modelos comunes de lámparas incandescentes, tubos fluorescentes y lámparas fluorescentes compactas.



Para la economía del hogar conviene reemplazar las incandescentes que se utilizan varias horas por día por las fluorescentes compactas, resultando más conveniente cuanto mayor sea la potencia de la lámpara incandescente sustituida y mayores son las horas de encendido. El cuadro que sigue presenta simple criterios de sustitución.

Lámpara		Incandescente				Tubo Fluorescente			Fluorescente Compacta				
Potencia [W]		25	40	75	100	18	36	58	7	11	15	20	23
Flujo Luminoso [lm]		215	400	680	1040	1100	2600	4100	400	550-600	820-900	1100-1200	1410-1500
Eficiencia [lm/W]		8.6	10	9.1	10.4	61	72	71	57	50-55	55-60	55-60	51-65
Vida útil [h]		1000				>7500			>6000				

Si comparamos una lámpara incandescente con una fluorescente compacta (LFC) podemos observar que manteniendo prácticamente el mismo nivel de iluminación obtenemos una reducción de consumo que oscila alrededor del 75 %, aumentando la eficiencia y las horas de vida en aproximadamente 6 veces.-

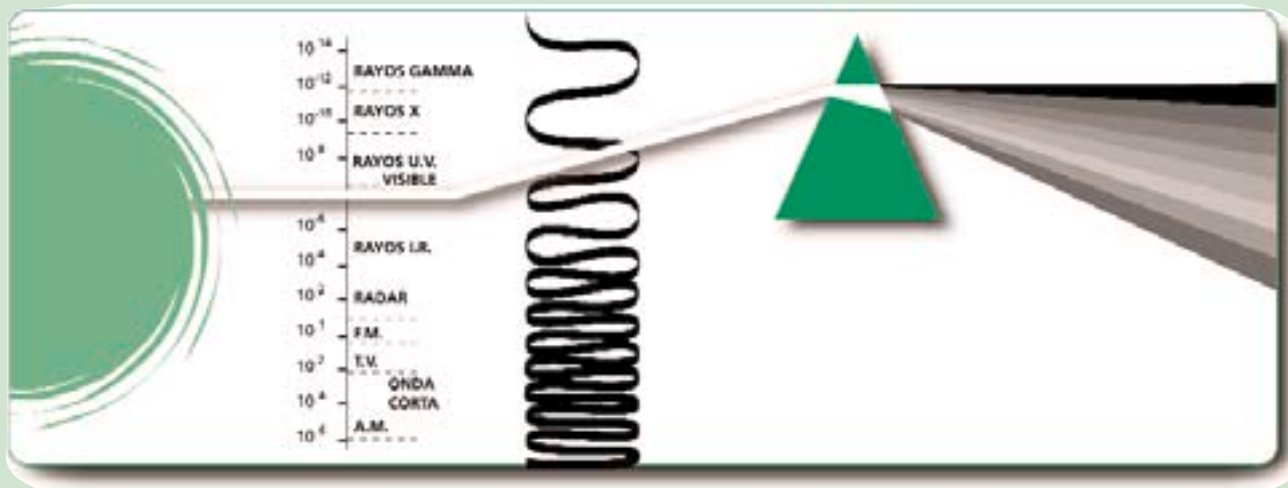
Algunos conceptos para tener en cuenta

Por la Dra. Elisa Colombo y la Lic. Beatriz O'Donell
Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán

Magnitudes fotométricas

Las fuentes de luz emiten energía en forma de ondas electromagnéticas. Esta radiación se cuantifica con la ayuda de las **magnitudes radiométricas**. Si interesa cuantificar solamente la radiación a la que es sensible el ojo humano estas magnitudes radiométricas se transforman en **magnitudes fotométricas**.

La luz corresponde a la pequeña parte del espectro electromagnético comprendida entre las longitudes de onda de 380 nm (nm: nanómetros; $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) y 760 nm, aproximadamente, cuya energía es absorbida por los fotoreceptores del sistema visual humano, iniciando así el proceso de la visión. (figura 1.1)



(figura 1.1) Pequeña parte del espectro electromagnético que al incidir en el ojo humano provoca las sensaciones de claridad y color

El efecto visual de la radiación, en el rango visible, depende fuertemente de la longitud de onda.

La medida fundamental de la radiación electromagnética emitida por una fuente es el **flujo radiante**, es decir, la cantidad de energía emitida por unidad de tiempo, y se mide en vatios (w). La magnitud fotométrica derivada, usada para medir el efecto de la luz, es el flujo luminoso, y se mide en lúmenes (lm). Se esquematiza en la figura 1.2a.

El flujo luminoso es una magnitud importante para caracterizar la cantidad de luz total emitida por una fuente luminosa en todas direcciones, sin embargo, para aplicaciones prácticas muchas veces es necesario cuantificar el flujo luminoso emitido en una dada dirección, para lo cual se define la **intensidad luminosa** (I) (figura 1.2b) como el flujo emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección especificada. La misma deriva de la magnitud radioamétrica denominada **intensidad de radiación**. La unidad de medida de la intensidad luminosa es la candela, que es equivalente a un lumen/es-

teroradián. Esta magnitud fotométrica se usa para describir la distribución de luz proveniente de una fuente o una luminaria. El modo en cómo se distribuye la intensidad luminosa, de una lámpara o una luminaria, se indica mediante gráficas de isocandelas, es decir curvas de igual valor de intensidad. Estos diagramas, representados en coordenadas polares o cartesianas, permiten elegir una luminaria de acuerdo a las funciones para las cuales se utilizará.

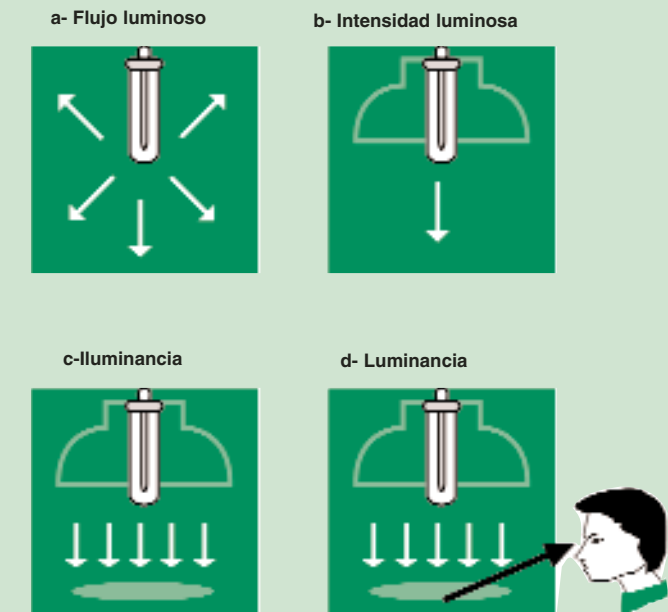


Figura 1.2 - Gráficos ilustrativos de los conceptos de (a) flujo luminoso, (b) intensidad luminosa, (c) iluminancia y (d) luminancia.

Las otras dos magnitudes fotométricas fundamentales son: iluminancia (figura 1.2c) y luminancia (figura 1.2d). **La iluminancia (E)**, que deriva de la **irradiancia**, se define como el flujo luminoso que incide por unidad de área de una superficie dada. Se mide en lux ($\text{lx} = \text{lm}/\text{m}^2$). En general, cuando se mide la iluminancia sobre el plano de trabajo o **iluminancia horizontal**, se fija convencionalmente una altura de 0,85m. Cuando se necesita especificar la iluminancia sobre paredes o pantallas de video, las mediciones se hacen sobre **planos verticales, lo que se conoce como iluminancia vertical**. Su aplicación práctica es cuantificar la cantidad de luz que llega a una superficie y por la simplicidad de su medición es la magnitud que más se usa. En la siguiente tabla se resumen las definiciones de las magnitudes fotométricas.

Magnitud fotométrica	Unidades
Flujo luminoso: cantidad de flujo radiante que produce sensación visual.	Lumen (lm)
Intensidad luminosa: flujo luminoso emitido en un pequeño cono que contiene una dirección dada dividido por el ángulo sólido del cono.	Candela (cd)
Iluminancia: flujo luminoso sobre una determinada área.	Lux (lumen/m^2)
Luminancia: flujo luminoso emitido en una dada dirección dividido por el producto del área proyectada de una fuente puntual perpendicular a la dirección y el ángulo sólido que contiene esa dirección.	cd/m^2

Algunos consejos para el uso racional de la iluminación en los hogares:

Realizar un proyecto de iluminación que contenga cierto grado de sofisticación en relación al desarrollo y equipamiento no es viable, debido a los altos costos de tales proyecciones. Sin embargo, los siguientes consejos ayudarán a la hora de decidir y elegir una iluminación más eficiente para el hogar, a fin de cumplir con los dos principales objetivos -el ahorro económico y la *protección del medio ambiente*:

1. Reemplazar las lámparas incandescentes, que se mantienen mayor período diario encendidas, por lámparas de bajo consumo, especialmente en los sectores donde se requiere mayor nivel de luminosidad.
2. Seleccionar cuidadosamente los colores en el momento que se decide la pintura de un ambiente ya que tiene una gran importancia en el rendimiento del sistema de iluminación.
3. Realizar un mantenimiento de la instalación (incluyendo la limpieza de luminarias, lámparas y los diversos materiales que reflejan la luz)
4. No dejar encendidas luminarias innecesariamente
5. Para exteriores, se recomienda utilizar lámparas fluorescentes compactas controladas por temporizadores o fotocontroles que apaguen la luz durante el día. También se puede utilizar sensores de presencia/movimiento cuando se utilizan lámparas incandescentes: dichos sensores activan la lámpara sólo cuando haya personas cercanas.

PALABRAS FINALES:

En este pequeño recorrido que nos destaca la evolución en un tema de alto contenido cultural, vemos un enorme avance para nuestra población.

Estos aportes son puntuales, pero cada uno refresca algunos temas de importancia y ustedes los podrán utilizar como punto de partida y ampliar, según las inquietudes personales, necesidades laborales y las motivaciones de los grupos de alumnos.

El tema ambiental está relacionado con todos nuestros actos y vivencias y cuanto más responsablemente los podamos llevar adelante, mejor será para todos, los actuales y los futuros habitantes del Planeta.

Todo está interrelacionado, como dice Edgar Morin resumiendo con una fórmula caricaturesca una frase de Pascal "**Todo está en todo y recíprocamente**". Y entre todos debemos destacar que cada uno debe aportar su cuota de esfuerzo para ahorrar energía y recursos, tanto el que tiene mucho como el que tiene sólo poquito. Todos somos habitantes del Planeta Tierra, un planeta único en el sistema solar por sus condiciones climáticas, que posibilitaron el desarrollo de la humanidad y sus grandes adelantos.

Los Capítulos II y III de esta Guía fueron desarrollados, especialmente para el Proyecto ELI, por la Dra. Inge M. E. Thiel y el Lic. Pedro V. Rossi y editados por la Fundación Ecológica Universal, con aportes del Programa ELI.

GLOSARIO

Capítulos II (La Energía) y III (Iluminación Eficiente).

AEROGENERADOR: o generador de energía eléctrica a partir de la fuerza del viento o eólica.

ARGÓN: gas noble, de fórmula Ar (proviene del griego argos que significa inactivo), incoloro, inodoro e insípido, que forma parte de la atmósfera terrestre (aprox. 0,001%).

BALASTO: dispositivo utilizado para controlar el voltaje en lámparas fluorescentes.

BIOMA: Región terrestre cubierta por un mismo tipo de vegetación. Ejemplos pastizales, bosques, desiertos.

CÉLULAS FOTOELÉCTRICAS o FOTOVOLTAICAS: dispositivo que convierte la luz en corriente eléctrica, basado en las propiedades de algunos semiconductores que emiten o liberan electrones al ser excitados por la luz.

COLECTOR O PANELES COLECTORES: componentes del sistema que capta la radiación solar en forma de calor y transmite el mismo a un fluido.

CICLOS POR SEGUNDO: en corriente alterna va de cero a un máximo, en una misma dirección, y de nuevo a cero, y luego a un máximo en la otra dirección volviendo a cero. Este ciclo completo se repite en una determinada cantidad de veces por segundo. En la Argentina son 50 Hertz o Hz o ciclos por segundo.

DESARROLLO SUSTENTABLE: "El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias", Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987).

DESLUMBRAMIENTO: perturbación que se experimenta cuando una luz fuerte, viva, hiere a la vista.

DIÓXIDO DE AZUFRE: compuesto gaseoso de fórmula SO_2 que se forma en la combustión de compuestos que contienen azufre, o por calentamiento de sulfuros metálicos. Aparece en erupciones volcánicas. Es irritante para las vías respiratorias. Su concentración en los lugares de trabajo está delimitada por la ley de Higiene y Seguridad de Trabajo. En la atmósfera húmeda se hidrata a ácido sulfuroso, por procesos de foto-oxidación se transforma en el trióxido que da ácido sulfúrico, el componente más dañino de la lluvia ácida. Su concentración en una atmósfera limpia es de 0,001-0,010 ppm; en aire urbano contaminado 0,020-0,200 ppm.

DIÓXIDO DE CARBONO: fórmula CO_2 , es el producto final de la oxidación completa de carbono. Interviene en los procesos de fotosíntesis de las plantas, se forma en los procesos de degradación metabólica en animales y plantas y en la combustión de combustibles que tienen carbono. Se encuentra en concentración de trazas en la atmósfera. El incremento de su concentración, en los últimos 50 años, lo relaciona con el incremento del efecto invernadero y con ello con el aumento de la temperatura promedio global de la Tierra.

EFICACIA LUMINOSA: se refiere a la luz visible producida por unidad de energía entregada y se expresa en lumen por Watt (lm/W).

EFICIENCIA: *energéticamente es la cantidad de luz producida o entregada por unidad de energía ingresada.*

ENERGÍA BIOLÓGICA: es la energía química (acumulada) en los cloroplastos de las plantas cuya fuente es la radiación solar.

ENERGÍA CINÉTICA: es la energía debida a un cuerpo en movimiento.

ENERGÍA EÓLICA: o energía del viento. En sentido de generación de electricidad, se aplica a la generación a partir de este recurso.

ENERGÍA GEOTÉRMICA: energía que se obtiene por el aprovechamiento del calor interno de la tierra.

ENERGÍA POTENCIAL: es la energía debida a la posición vertical de un cuerpo respecto al suelo.

ENERGÍA RADIANTE: es la energía de propagación de las ondas electromagnéticas (rayos X, radiación ultravioleta, visible, infrarroja).

ENERGÍA SOLAR: es la energía electromagnética emitida por el sol. En la generación de electricidad se aplica a la transformación de dicha energía electromagnética en energía eléctrica, a través de colectores o paneles solares.

ESCENARIO: conjunto de circunstancias que se consideran en torno a un suceso. Descripción plausible de un posible futuro, basada en un conjunto coherente de supuestos sobre las relaciones clave y las fuerzas subyacentes (por ejemplo rapidez de cambio de la tecnología, precios). Obsérvese que los escenarios no son ni predicciones ni pronósticos.

ESCENARIO DE MÍNIMA: escenario planteado a partir de supuestos que consideran condiciones de mínima, por ejemplo: para el cálculo del ahorro energético emergente del uso de lámparas compactas fluorescen-

tes utilizar el mínimo ahorro planteado, el máximo sería el 80% y el mínimo el 40%.

ESPECTRO VISIBLE: es la luz de energía radiante (380 – 780 nm), capaz de excitar la retina del ojo humano y producir en consecuencia una sensación visual. La máxima sensibilidad del ojo humano es a 555 nm.

ESTEREORADIÁN(sr): es la unidad de medida para ángulos sólidos. (Un sr es el ángulo sólido que tiene su vértice en el centro de una esfera y que corta en la superficie de ésta un cuadrado de lado igual al radio de la esfera).

FLUJO RADIANTE: es la cantidad de energía radiante que llega en un determinado tiempo y en un determinado sentido sobre una superficie real o imaginaria; también se llama potencia radiante.

FRECUENCIA: número de períodos o ciclos por segundo que se observan en un fenómeno periódico. La frecuencia se expresa en Hertz (Hz).

FISIONALBES o FISIBLES, ELEMENTOS: elementos que pueden liberar energía y ser utilizados como combustibles nucleares. Presentan la ruptura en dos o más fragmentos del núcleo de un átomo pesado, provocada por el impacto de una partícula incidente, generalmente un neutrón.

GAS NATURAL: o gas generado, en los yacimientos petroleros gasíferos, en las minas, etc. Está formado por una mezcla de hidrocarburos de bajo peso molecular.

GEOPRESIÓN: son reservas de soluciones salinas saturadas que se encuentran a temperaturas entre 150 y 200°C, que contienen metano disuelto y se encuentran a más de 3000 metros debajo de la superficie terrestre. (3048 a 6096 m). Las reservas de este tipo mejor estudiadas se encuentran en Texas y en Louisiana/EEUU. Contienen tres tipos de energía, energía térmica de los fluidos a altas temperaturas, energía hidráulica de la alta presión a la cual están sometidas y energía química de la combustión del gas metano disuelto en ellas.

GEOTERMIA: ciencia que estudia la distribución y variación de la temperatura en el interior de la tierra

ISÓTOPO: son los átomos de un mismo elemento (número atómico y carga) pero de diferente masa. Varía en la cantidad de neutrones en el núcleo del átomo.

KEROSÉN: combustible líquido constituido por la fracción del petróleo que destila entre los 180 y los 300°C. Se usa como combustible domiciliario, para alumbrado, en motores, en equipos de refrigeración y como solven-

te para betunes e insecticidas de uso doméstico.

KRIPTÓN: gas noble presente en la atmósfera en bajas proporciones, fórmula Kr.

LLUVIA ÁCIDA: Lluvia que lleva en solución los ácidos formados a partir de los NO_x , SO_2 , SO_3 , etc. Ver bajo los respectivos óxidos en este glosario.

LONGITUD DE ONDA: distancia recorrida por la onda en un periodo. La unidad de medición en luminotecnía es *nanómetro*, nm.

LUMINARIA: artefacto que sirve para la distribución, el filtrado, de la luz de lámparas incluyendo los necesarios implementos para fijarlos, protegerlos y conectarlos con la fuente energética.

MERCURIO: metal líquido a temperatura ambiente, fórmula Hg, altamente tóxico.

MICRÓMETRO: (Física – Sistema métrico - Símbolo: μm) Medida de longitud equivalente a la millonésima parte del metro o sea 10^{-6} metros. También llamado micrón o micra .

NANÓMETRO: (Física – Sistema métrico - Símbolo: nm) Medida de longitud equivalente a la milmillonésima parte del metro o sea 10^{-9} metros.

NITRÓGENO: elemento cuyo símbolo es N. Como gas en la atmósfera está como N_2 , y forma alrededor del 78% de la misma. No se quema, no tiene olor, color ni gusto. Es sumamente estable. Se transforma en óxidos en descargas fuertes durante las tormentas o en procesos de combustión a altas temperaturas y presiones.

OXIDOS de NITRÓGENO, NOx: mezcla de óxidos de nitrógeno formados en las combustiones que se producen a altas temperaturas y presiones. El NO_2 es uno de los contaminantes presentes en los gases de escapes de los autos, que forman parte de los ácidos (NO_3H) de la lluvia ácida.

PESO ATÓMICO: peso de un átomo relativo al de carbono, considerado como 12.

PESO MOLECULAR: suma de los pesos atómicos de los elementos que constituyen la molécula.

PLUTONIO: elemento radiactivo, de fórmula Pu. En la naturaleza se encuentra en muy baja concentración. Se forma en los reactores nucleares y junto con el Uranio-235, el Plutonio-239, son los elementos radiactivos más usados en armamentos y en reactores.

RECURRENTES, INTERVALOS: intervalos o situaciones que se repiten en un determinado tiempo, como por

ejemplo ciclos por segundo.

REPOSITORIO: Se define como sitio donde se guarda algo. En temas relacionados con materiales radiactivos, es el lugar donde se guardarían los mismos, luego de ser utilizados. Requieren de instalaciones especiales, ya que muchos de ellos tienen vidas medias muy largas (miles de años).

REPRODUCCIÓN CROMÁTICA: características de las lámparas que permiten reproducir los colores reales.

SEMIDESINTEGRACIÓN, PERÍODO DE: Se define como el tiempo necesario para que la actividad de cualquier fuente radiactiva decrezca a la mitad de su valor inicial.

TECNOLOGÍA: elemento de equipo o técnica para realizar determinadas actividades. Conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o un arte industrial.

TERMOEMISIVO: es el compuesto que por el contacto con una superficie caliente produce emisiones de electrones. Por ejemplo el calentamiento de la superficie emisora en una lámpara.

TUNGSTENO: también llamado Wolframio, cuyo símbolo es W. Es un metal muy duro, de color gris oscuro utilizado para filamento de lámparas incandescentes.

URANIO ENRIQUECIDO: uranio natural que se sometió a procesos de purificación para aumentar la proporción del isótopo de peso atómico 235.

URANIO NATURAL: elemento , (cuyo símbolo es U), que tiene número atómico 92 y un peso atómico de 238,07. Se presenta como una mezcla de los tres isótopos : 238 (99,28%), 235 (0,71%) y 234 (0,006%)

Algunas Unidades y abreviaturas frecuentes:

Prefijos:

k = kilo, prefijo que significa 10^3

M= mega, prefijo que significa 10^6 .

G= giga, prefijo que significa 10^9 .

T = tera, prefijo que significa 10^{12} .

GWh: Giga Watt-hora

MW: megaWatt

\$/kWh: pesos/kilowatt-hora

kcal/kWh: kilocaloría/kilowatt-hora

lm/W: lumen/watt

La concentración de contaminantes trazas se expresa en partes por millón, o ppm; ppmv son partes por millón expresados en volumen. 1 en 10^9 .



BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA.

Bouille, D. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Serie Medio Ambiente y Desarrollo. **Lineamientos para la regulación del uso eficiente de la energía en Argentina** – Santiago de Chile, Chile. (1999).

Comisión Económica para América Latina y el Caribe – Serie Medio Ambiente y Desarrollo – **Primer diálogo Europa – América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía** – Bruselas, Bélgica. (1998)

Flavin, C., Dunn, S., **Rising Sun, Gathering Winds. Policies to Stabilize the Climate and Strengthen Economies.** Worldwatsch Institute. (1997).

Ediciones Larousse – **"Pequeño Larousse Científico"- México D.F., México - 1983**

Clarín – **"Enciclopedia visual de la Ecología"** – Buenos Aires, Argentina – 1996

Gore, A. **La Tierra en Juego.** EMECÉ Editores. (1993)

Tyler Miller (Jr), G. Ecología y Medio Ambiente. Grupo Editorial Iberoamérica. (1994).

Smith, R. L., Smith, T. M. **Elements of Ecology.** Addison Wesley Longman, Inc. (1998).

Flavin C., Tunali O.; **Climate of Hope: New Strategies for Stabilizing the World's Atmosphere.** Worldwatch Institute. (1996).

Giambelluca T. W., Henderson - Sellers A. **Cimate Change. Developing southern Emisphere perspectives.** J. Wiley & Sons. (1996)

Watson, R. T., Zinyowera, M. C., Moss, R. H. – Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. **Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático.** (1996).

DIRECCIONES PARA VISITAR EN INTERNET.

Programa de Iluminación Eficiente (ELI):
www.efficientlighting.net

Fundación Ecológica Universal (FEU):
www.feu999.org

ÍNDICE

El programa ELI	Pág. 04
Cómo usar esta guía.	Pág. 05
Presentación	Pág. 06
Importancia de la educación ambiental	Pág. 06
Para pensar.	Pág. 07

CAPITULO 1

CAMBIO CLIMÁTICO

Introducción	Pág. 10
¿Qué actividades humanas contribuyen al Cambio Climático?	Pág. 11
Proyecciones futuras	Pág. 12
La respuesta de la comunidad internacional: ¿Cuál puede ser nuestro aporte?	Pág. 13

CAPITULO 2

LA ENERGÍA

Introducción	Pág. 16
¿Qué son las fuentes de energía? ¿Cuales son las principales fuentes de energía? La generación de electricidad y sus impactos ambientales.	Pág. 18
Generación eléctrica en Argentina	Pág. 20

CAPITULO 3

LA ILUMINACIÓN EFICIENTE

Un poco de historia	Pág. 25
¿Qué es la iluminación?	Pág. 26
Diferentes tipos de lámparas	Pág. 26
Algunos conceptos para tener en cuenta	Pág. 29

Palabras finales	Pág. 31
Glosario	Pág. 32
Bibliografía de consulta	Pág. 34



FEU

La Fundación Ecológica Universal (FEU) es una organización no gubernamental sin fines de lucro, fundada en 1990. Trabaja para mejorar el medio ambiente a través de analizar y distribuir información. La FEU cree que con información precisa, los decisores, las empresas y los individuos comprenderán acerca de la degradación ambiental y actuarán en consecuencia, a fin de cuidar y mejorar la calidad de vida. Las áreas de acción de la FEU son: desarrollo de políticas, disseminación de información, participación pública, desarrollo de investigaciones, educación, medios de comunicación, entrenamiento, entre otros items.

LA GUÍA FUE REALIZADA EN BASE A TEXTOS DE:

Pedro Vicente Rossi

Lic. en Ciencias Químicas. Postgrado en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires. Profesor Titular en la Licenciatura en Gerenciamiento Ambiental, Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (Metodología de la Investigación Ambiental y Ambiente Rural y Urbano).

Inge M. E. Thiel.

Dra. en Química. Profesora Titular de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, (retirada). Trabaja voluntariamente en la divulgación de temas ambientales en diversos niveles. Participa en un grupo de docencia/investigación sobre el cuidado de la calidad de aguas en el medio rural, de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA.

Las actividades educativas que integran el disquete fueron creadas por:

Georgina Gentile

Docente especializada en educación ambiental. Se desempeña en esta disciplina en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, desde la Dirección Nacional de Ambiente Humano. Escritora, co-autora de siete libros de ecología para docentes y alumnos de nivel primario. Directora en Buenos Aires de la Fundación para la Defensa del Ambiente (FUNAM) y miembro del Comité Asesor del IEIMA Instituto de Estudios e Investigaciones sobre el Medio Ambiente (IEIMA), de la Fundación Jorge Esteban Roulet.

Angélica C. Vernaz

Licenciada en Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Miembro del Instituto de Estudios e Investigaciones sobre el Medio Ambiente (IEIMA) de la Fundación Jorge Esteban Roulet.

El capítulo sobre El Cambio Climático fue escrito por el equipo técnico de la FEU.

Coordinación Editorial: **Ignacio Barborini y Liliana Hisas**

Coordinación de Actividades Educativas: **Rodrigo Ures**

Agradecemos la colaboración del **equipo técnico del Programa ELI.**

1ra. Edición: 2000

2da. Edición: 2002

Copyright: FUNDACIÓN ECOLÓGICA UNIVERSAL

ISBN: 987-98938-0-8

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

Libro de Edición Argentina

Se autoriza la reproducción de los contenidos citando los datos de la Fundación Ecológica Universal (FEU)





PROGRAMA DE ILUMINACION EFICIENTE - ELI



La Campaña de Educación Pública del Programa **ELI**
cuenta con el auspicio institucional de:



MINISTERIO *de*
EDUCACIÓN
PRESIDENCIA *de la* NACIÓN



*Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente
Secretaría de Desarrollo Sustentable
y Política Ambiental*



Fundación Ecológica Universal

Av. Corrientes 1393 - 7º Piso
C1043ABA - Buenos Aires
Tels.: (011) 4373-3996 / 4372-3451
Fax: (011) 4373-1243
e-mail: info@feu999.org
www.feu999.org