

Un mito ecológico: las lámparas fluorescentes compactas (LFC)

A green myth: the compact fluorescent lamps

Oscar Papú¹, Peter Thomas² y Mariana Perosa³

Resumen

Desde el año 2008 la legislación nacional prohíbe la comercialización de las lámparas incandescentes. En su lugar las Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC), reducen un 80% de energía y emiten menos dióxido de carbono, pero enfrentan un problema ambiental ya que contienen varios elementos nocivos. Éstas no son peligrosas hasta que se rompen y derraman su contenido, o cuando se convierten en residuos y se destruyen al ser compactadas en los rellenos sanitarios. En el presente artículo, se analiza el balance energético durante todo el ciclo de vida de las lámparas: su vida útil, su eficiencia lumínica, según la temperatura ambiente, la posición espacial y la frecuencia de encendido y apagado. También se examina la disminución del flujo lumínico en función del tiempo de uso y se hace una reseña de las características visuales del espectro electromagnético emitido por la luz de las LFC y sus consecuencias a largo plazo para la salud humana. Los autores consideran la problemática de la eliminación de este residuo, teniendo en cuenta los componentes electrónicos y los elementos químicos utilizados para su fabricación. Finalmente concluyen que el balance energético y ecológico de las LFC es negativo.

Palabras clave: lámparas de bajo consumo; riesgo ambiental; residuos peligrosos; Ordenamiento Territorial.

Abstract

Since 2008 national legislation prohibits the marketing of incandescent lamps. Instead Compact Fluorescent Lamps (CFL), reduce 80% of energy and release less carbon dioxide, but they face an environmental problem as they contain several harmful elements. These are not dangerous until they break and spill their contents, or when they become waste and are destroyed when compacted in landfills. In this paper, we analyze the energy balance throughout all the life cycle of lamps: their luminous efficiency depending on ambient temperature, spatial position and switching on and off frequency. The article also examines the decrease of the luminous flux depending on the time of use and gives an account of the visual characteristics of the electromagnetic spectrum emitted by the light of the CFL and its long-term consequences for human health. The authors consider the problem of this waste disposal of this waste, taking into account electronic components and chemicals used in their manufacture. Finally, they conclude that the energy and ecological balance of the LFC is negative.

Keywords: compact fluorescent lamps or lamps of low consumption; environmental risk; dangerous waste; Territorial Management.

¹ Dr. Oscar Papú. Email: ohpapu@yahoo.com.ar

² Dr. Peter Thomas. Email: peterthomas20gmail.com.

³ Ing. Mariana Perosa. Email: marianap_84@yahoo.com.ar

Instituto de Ciencias Ambientales (ICA), Universidad Nacional de Cuyo Mendoza, Argentina.

Este artículo es producto de una reflexión sobre una problemática cotidiana, cuya realidad es difícil de aprehender. Se recopila y comenta información fehaciente, sobre la base de fuentes internacionales pocas veces difundidas. Documento con circulación previa dentro del ámbito de la UNCuyo, Mendoza, Argentina.

Introducción

Desde el mes de junio de 2011 rige en Argentina la Ley Nacional N° 26.473, que prohíbe la comercialización de *lámparas incandescentes*, exceptuando aquellas que hayan sido fabricadas hasta el 31 de diciembre del 2010 y que se encuentran en stock. Esta ley, sancionada en el marco del “ahorro energético”, favorece en el mercado la venta de lámparas fluorescentes compactas (LFC), comúnmente llamadas “lámparas de bajo consumo”.

Si bien es cierto que las LFC tienen una vida útil mayor y consumen menos energía, para producir la misma iluminación, que los focos incandescentes, esto sucede siempre y cuando se tengan en cuenta una serie de condiciones como son: la posición de la LFC, la temperatura del ambiente, el tiempo necesario para su óptimo rendimiento, la frecuencia de encendido y apagado, etc.

Además, teniendo en cuenta los requerimientos de materia prima y de energía, el proceso de producción de las lámparas fluorescentes compactas es mucho más exigente -desde el punto de vista del impacto para los recursos naturales- que el de las lámparas incandescentes. Si uno contempla el ciclo de vida completo de las LFC, estas no podrían considerarse como lámparas de “ahorro energético”, sino de “derroche de energía”.

Otro aspecto importante es que estas lámparas generan molestias en el proceso visual de las personas ya que, a diferencia de la luz natural, no producen un espectro continuo y, por lo tanto, los colores que percibimos no son muy nítidos.

Por último, las LFC, como el resto de las lámpara de descargas, están compuestas de una serie de materiales altamente tóxicos (entre ellos el mercurio), que representan una amenaza para la salud humana y para el ambiente, sobre todo en la medida que estos no sean tratados adecuadamente, una vez que las lámparas se conviertan en residuos.

El objetivo de este artículo es resumir y detallar todos los aspectos que no se dan a conocer por parte de las industrias que los fabrican, y que son necesarios de tener en cuenta por el usuario, a la hora de comprar, utilizar y desechar estos artefactos, de modo de garantizar un consumo responsable que no afecte al ambiente, a los recursos naturales ni a la salud humana.

Reseña Histórica

Las lámparas fluorescentes han sido un blanco de permanentes críticas desde su introducción a partir del año 1930.

Los Médicos y Científicos plantearon, por medio de múltiples informes, las molestias y trastornos de los empleados que permanentemente tienen que trabajar bajo la luz de lámparas fluorescentes: dolores en los ojos, inflamaciones, dolores de cabeza y pérdida de rendimiento en el trabajo.

La industria de la iluminación rechazó permanentemente estos estudios y continuaron impulsando la fabricación y distribución de las LFC. En los años ochenta, se logró la introducción de las mismas a nivel de hogar sin mayores problemas. El éxito se basó principalmente en un solo argumento: el ahorro de energía y por ende una disminución de emisiones de CO₂.

En costosas campañas publicitarias se le presenta al consumidor el cálculo de que se debe pagar hasta 20 veces más por lámpara, pero que sigue siendo todavía más económico si uno piensa en el bajo consumo y la larga vida de las LFC. Muy eficiente fue esta propaganda ya que alcanzó a clientes que continuamente se preocupan por los recursos naturales, con conciencia ecológica.

Una estrategia de información muy hábil por parte de los productores de lámparas fue convencer a revistas y organizaciones ambientales de publicar la argumentación establecida, influenciando a gobiernos enteros a defender sus intereses económicos y a instalar las lámparas fluorescentes como “de ahorro de energía” en sus propias instituciones. La campaña ha sido tan exitosa que ni siquiera surgieron, en primera instancia, evaluaciones técnicas sobre estas lámparas y tampoco se calculó el riesgo que tendrían las millones de unidades fuera de uso para el ambiente.

Recién a finales de los años ochenta se instaló la crítica en la sociedad interesada en el consumo responsable. En los noventa, las empresas de producción y distribución de electricidad publicaron resultados de mediciones propias de las lámparas fluorescentes compactas y las calificaron como considerablemente más antieconómicas que lo sostenido por los mismos fabricantes que las defienden hasta la actualidad (www.gluehbirne.ist.org).

Desde este momento, se critica el alto consumo de energía en la producción de las lámparas fluorescentes compactas, las condiciones visuales desfavorables y las altas cargas negativas ambientales cuando se convierten en residuos y basura.

El Instituto Ambiental de Munich confirmó, al mismo tiempo, una emisión de radiación electromagnética cuyo origen está en el encendido electrónico que se encuentra incorporado en el receptáculo de la lámpara (www.deutschland.de).

Entonces: ¿qué es “ecológico” en las lámparas fluorescentes compactas?

Lo correcto es que las LFC (Fig.1), en ciertas situaciones y condiciones, consumen menos energía eléctrica que las lámparas incandescentes o bombillas tradicionales. Pero en el balance total energético, que involucra la fabricación y la disposición final, esto es falso o equivocado, a pesar que cuando uno compra las lámparas fluorescentes compactas piensa que está haciendo un bien al ambiente.

La fabricación de estos objetos necesita una serie de dispositivos. Constatamos que el gasto de energía para esta fabricación es directamente proporcional a la complejidad y a la cantidad de componentes, lo mismo pasa para desarmar las piezas con el fin de llegar a su disposición final, una vez cumplido su vida útil.

Una evaluación ecológica de estas lámparas, debe partir de una consideración global, tomando en cuenta los gastos y el consumo de recursos en la producción industrial, las condiciones en su uso, las consecuencias en el manejo adecuado del residuo, como así también el impacto que ejercen estos aparatos sobre los seres vivos.

Esta evaluación es difícil y complejo, ya que hay muchos datos técnicos que el informador principal de estas lámparas no los da a conocer por el secreto industrial; como por ejemplo la composición química exacta de los componentes que tiene el tubo de descarga.

Pero aún con la existencia de este problema, existen hasta la actualidad suficientes conocimientos particulares, para permitir una emisión de un dictamen más o menos completo.

Fig.1: Lámparas fluorescentes lineales, circulares y compactas, de diferentes potencias y tipos de casquillos



Fuente: www.nachhaltigkeit.org, 2011

El principio de la producción de luz

A diferencia de las lámparas incandescentes, las LFC no contienen un filamento sino una carga de gas la cual, por medio de una corriente de electricidad, se ioniza produciendo una emisión de luz, cuyos colores dependen de los componentes químicos (Fig. N° 2).

En general, esta mezcla de gases contiene un porcentaje de mercurio. Cada extremo del tubo fluorescente posee electrodos, entre los cuales se produce la ionización del gas por acción de una corriente eléctrica. Esta descarga emite un rango de 254 nanómetros UV-C por el mercurio. Esta radiación UV-C activa las partículas luminosas ubicadas en la parte interior del tubo de vidrio para que emitan luz. La combinación de estas partículas luminosas (halofosfatos, tierras raras, entre otros) define las características espectrales de la luz visible que se genera.

Fig.2: Polvos fluorescentes típicos y longitudes de onda en las que emiten.

<i>Nombre del compuesto</i>	<i>Color</i>
Haluros	
Halofosfato de calcio	Blanco (480nm, 580nm)
Trifósforos	
Óxido de itrio + trifósforo de europio	Rojo-Naranja (611nm)
Aluminato de magnesio, cesio y terbio	Verde (543nm)
Fosfato de lantano + fosforo de cesio y terbio	Verde (544nm)
Borato de magnesio y gadolinio + fosforo de cesio y terbio	Verde (545nm)
Aluminato de magnesio y bario + fosforo de europio	Azul (450nm)
Cloroapatita de estroncio + fosforo de europio	Azul (447nm)
Fósforos de lujo	
Estroncio verde, azul	Verdoso (480nm, 560nm)
Estroncio rojo	Rojizo (630nm)

Fuente: O'Donell et. al., 2002.

Todas las lámparas fluorescentes en general, deben estar combinadas adicionalmente con aparatos eléctricos: las reactancias para lámparas fluorescentes. Estas contienen un estabilizador para la dosificación (reactancia) de la corriente eléctrica y un arrancador, el cual se ocupa del encendido correcto de la lámpara. Paralelo a este mecanismo se distribuyen en la actualidad reactancias con controladores electrónicos.

Las LFC pertenecen al grupo de las lámparas fluorescentes, se caracterizan por un tubo doblado repetidas veces con un zócalo y parecen, por tal razón, como compactas. Hace muchos años que ya se encuentran por todos lados con sus reactancias incorporadas y con sus portalámparas de rosca, tal como conocemos de las lámparas incandescentes.

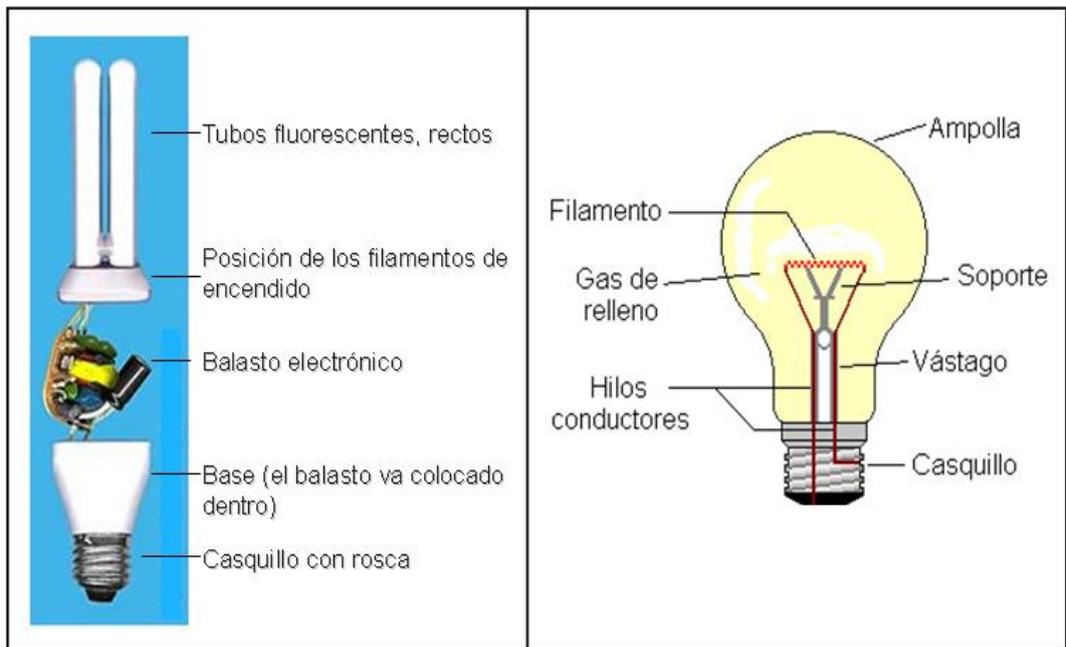
Como las lámparas fluorescentes compactas no funcionan sin su aparato de reactancia se debe evaluar el balance ecológico de ambos aparatos (comparándolas con las lámparas incandescentes que no requieren las reactancias).

La producción

Esto solo, implica un gasto de energía y de recursos naturales no renovables para estas “lámparas de ahorro energético”.

Solamente a primera vista, se pueden comparar las necesidades y gastos de producción de una lámpara fluorescente con una lámpara incandescente (Fig. 3). Las dos lámparas necesitan una ampolla de bombilla con una carga específica de gases, un zócalo metálico y pequeños filamentos incandescentes (en el caso de las lámparas fluorescentes son los electrodos).

Fig. 3: Partes de una lámpara fluorescente (izquierda) y partes de una lámpara incandescente (derecha)



Fuente: www.asifunciona.com; www.edison.upc.edu, 2011.

Pero al contrario de las lámparas incandescentes, las fluorescentes contienen además, una mezcla de sustancias químicas que son imprescindibles, para las diferentes tonalidades de luz. Tienen compuestos de fósforo, silicatos de zinc-berilio, bromuros de cadmio, compuestos de vanadio, tierras raras (europio, terbio, cesio y otros).

La extracción de estas materias primas, su tratamiento y preparación química requieren un uso considerable de tecnologías, con su correspondiente aplicación de energía. Cuando se trata de producir lámparas incandescentes esta inversión de recursos no llega a tales dimensiones. Si a eso se suma el sistema electrónico de arranque que tienen las LFC, se demuestra una relación costo/beneficio de balance negativo.

Cada lámpara singular está acompañada por el aparato eléctrico de control encargado del arranque, de limitación de electricidad, dosificación, estabilización, entre otros, el cual está incorporado en el zócalo de las LFC. Hay modelos que contienen un arrancador con electrodos bimetalicos, una bobina de encendido (algunos con kriptón 85 radioactivo), una bobina de reactancia con núcleo de hierro y una bobina de alambre de cobre más condensadores, muchas veces contienen PCB como un dieléctrico, pero en el caso de la LFC, no están presentes.

Aparatos electrónicos de producción más recientes, contienen una serie de diodos, resistencias, condensadores, un rectificador de corriente, oscilador, transformador y un filtro para evitar interferencias de alta frecuencia en la línea.

La producción de cada una de estas partes requiere de un consumo energético considerable. Además, la placa de circuitos donde se monta la electrónica, tiene que ir soldada con sus contactos metálicos, lo que demanda el uso de un consumo extra de electricidad. Cada componente pasa por una línea de ensamblado, hasta que el circuito está listo para su funcionamiento con el tubo fluorescente.

Tomando en cuenta los requerimientos en materia prima y en energía, la producción de una lámpara fluorescente compacta con sus componentes y controladores, es mucho más exigente que en el caso de la lámpara incandescente. La Asociación de la Industria de Electrotecnología y Electrónica de Alemania (ZVEI), publicó un cálculo del consumo de energía en la producción de lámparas. Se estableció que, para la producción de una lámpara incandescente la energía es de unos 150 Wh, mientras que para la lámpara fluorescente compacta es de unos 1.400 Wh; es decir unos 10 veces más.

Es decir, se debe tomar en cuenta, no solo el consumo de electricidad en su "vida útil", sino también el montaje de los componentes prefabricados (vidrios, electrodos, sustancias luminosas, gas, zócalo, partes aisladoras y todas las partes que componen la reactancia), además de la pre-producción de los componentes (condensadores, diodos, osciladores, electrodos, cuerpos de vidrio etc.).

Asimismo, hay que calcular la energía requerida en la fabricación de los siguientes componentes: vidrio, metal, gases, compuestos de sustancias luminosas, componentes de la electrónica, etc. y por último, el transporte y el empaque de materia prima y materiales de producción. Los números publicados por ZVEI (2005) son de 1:10 a favor de las incandescentes.

Según cálculos menos optimistas que los de ZVEI, para la producción de LFC -incorporando todos los pasos de producción y teniendo en cuenta también los equipos

auxiliares- se debe calcular al menos la necesidad de cuarenta veces más energía que en el caso de lámparas incandescentes.

Por tal razón, las lámparas fluorescentes compactas merecen el nombre de “lámparas de derroche de energía”. Entonces: ¿Dónde está el compromiso de los fabricantes en el ahorro de energía? y ¿La responsabilidad social de la empresas con respecto a la disposición final del residuo para evitar contaminar?

Consumo de electricidad en el uso

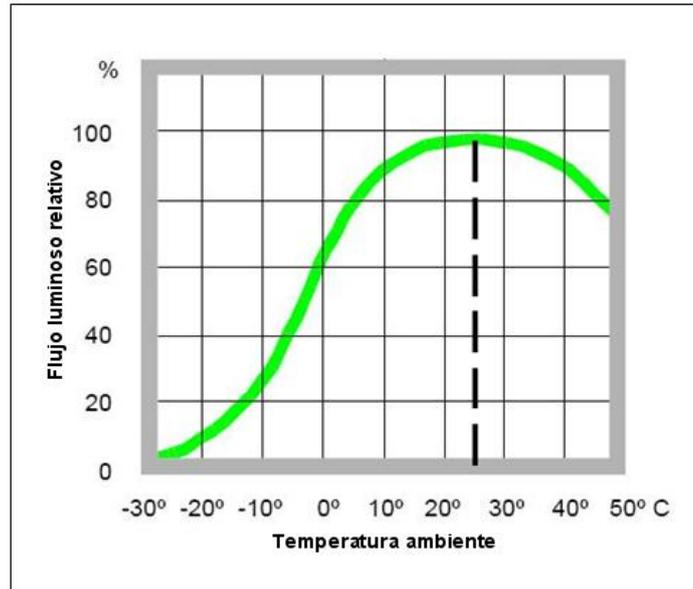
Desde su aparición en el mercado, se ha tratado de convencer a los consumidores que las lámparas fluorescentes compactas tienen una vida útil hasta ocho veces más que las lámparas incandescentes; además de una capacidad de iluminación, al menos, cinco veces mayor.

El mensaje es que ahorran energía eléctrica y son más duraderas, aunque su costo es mucho más elevado que el de las incandescentes. Sufren variaciones en cuanto a:

a) Temperatura del ambiente

Las lámparas fluorescentes compactas alcanzan su capacidad luminosa óptima con una temperatura ambiental de entre 20 a 30°C. Si la temperatura es mayor o menor, su potencia disminuye drásticamente (Fig. N° 4). Esto juega un papel dentro de edificios y casas particulares pero también, y aún más, en la intemperie. Las temperaturas externas en las tardes y noches, hasta en verano, pueden caer debajo de los 20°C.

Fig. N°4 Variación del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes en función de la temperatura ambiente



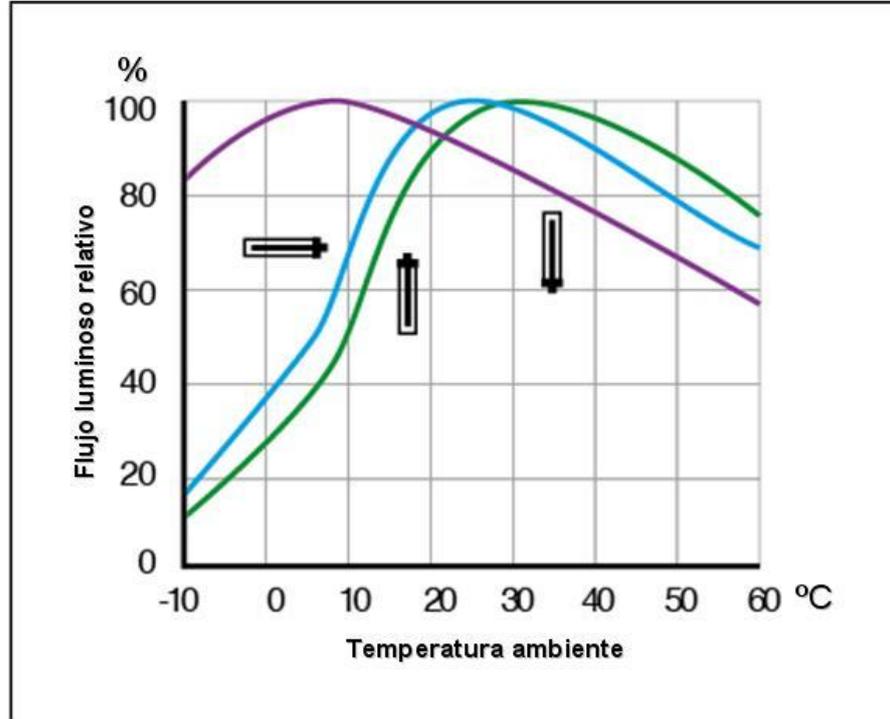
Fuente: adaptado de Stanjek, 1991

Muchas tardes y noches del año se puede medir hasta debajo de 5°C. En estos casos el rendimiento luminoso de las lámparas de “derroche de energía” cae alrededor del 50% de su valor máximo. Por tal razón, ciertas empresas de distribución de energía no recomiendan utilizar las LFC en el exterior. Las lámparas incandescentes en comparación, iluminan igual independientemente de la situación de la temperatura que las rodea.

b) Posición de la lámpara

Otro factor que afecta su rendimiento consiste en la dirección o la posición en que se encuentra la lámpara en el artefacto eléctrico. Aquellas que miran hacia arriba, demuestran un rendimiento mayor a diferencia de aquellas que penden del techo y también de las que están en forma horizontal. Su rendimiento óptimo o máximo, además, no coincide con el rendimiento óptimo en el caso de las temperaturas del ambiente (Fig. N°5).

Fig. N°5 Variación del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes según su posición y en función de la temperatura ambiente

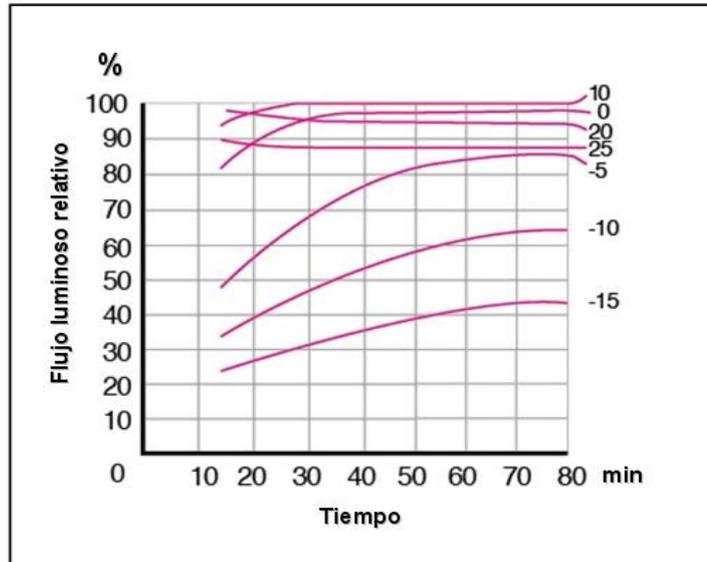


Fuente: adaptado de Stanjek, 1991.

c) Tiempo para llegar al óptimo rendimiento

Las lámparas de “derroche de energía”, necesitan un tiempo considerable hasta que pueden alcanzar el óptimo del rendimiento luminoso a partir del encendido, según las condiciones en las cuales se encuentran colocadas. Durante los primeros 15 minutos la iluminación es pobre y la luz es inestable. A partir de los 15 minutos y hasta 40 minutos de puesta en marcha, alcanzan el máximo en iluminación (Fig. N° 6).

Fig. N° 6 Variación del flujo luminoso de las lámparas fluorescentes en relación al tiempo transcurrido desde el encendido

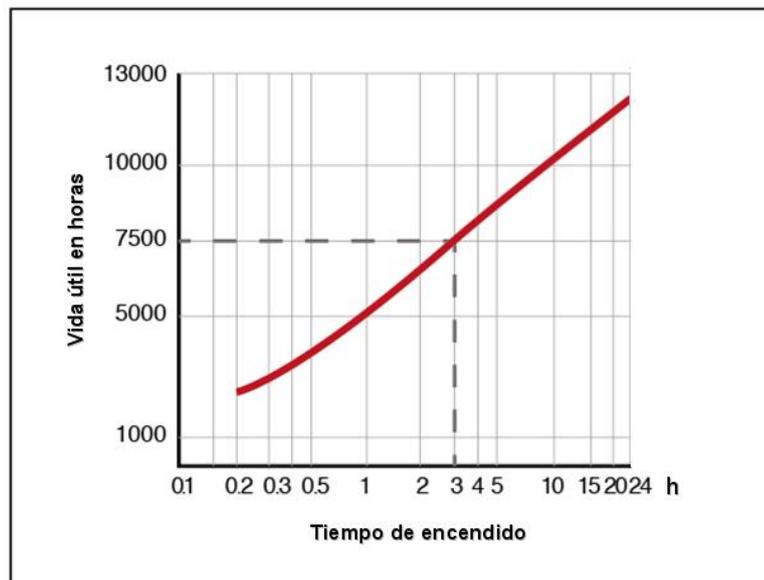


Fuente: adaptado de Stanjek, 1991.

d) Frecuencia de encendido y apagado

El encendido y apagado no influyen en la duración de las lámparas incandescentes. Por el contrario, en el caso de las lámparas de “derroche de energía” su vida útil disminuye drásticamente con un aumento en la frecuencia de encendido y apagado (Fig. N° 7).

Fig. N° 7 Vida útil de una lámpara de bajo consumo en relación a la frecuencia de encendido



Fuente: adaptado de Stanjek, 1991

Las lámparas fluorescentes compactas que estén encendidas permanentemente se acercarán a las 8.000 horas de vida útil prometidas por el fabricante. Pero, por ejemplo, si el usuario por condiciones del lugar de trabajo, enciende la luz en la mañana una hora y después en la tarde otra hora, la duración de esta lámpara disminuye a 5.000 horas y, por ejemplo, si la lámpara fluorescente compacta se ubica en un pasillo oscuro y se la enciende y apaga varias veces por día, esta lámpara se acerca a la vida útil de las lámparas incandescentes (2.000 horas).

En resumen, se puede decir que las lámparas fluorescentes compactas ahorran energía solamente bajo condiciones especiales: cuando están encendidas permanentemente.

e) Disminución de la iluminación, transcurrido el tiempo de uso

Según experiencias realizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina en los laboratorios de luminotecnica, se llegó a la conclusión que en muchas marcas o prácticamente todas, después de la mitad de las horas de uso, que el fabricante indica (4.000 a 8.000hs con un flujo luminoso de 1.170 lúmenes como mínimo), su iluminación o flujo luminoso disminuye drásticamente. Por lo tanto, la última mitad de su vida útil la eficiencia no es tal, ya que iluminará como si tuviésemos encendida una lámpara incandescente de 40 o 25 Wh, en lugar de una de 90-100 Wh.

f) Balance parcial: Costo de funcionamiento

Las fábricas argumentan que, los bajos costos de funcionamiento durante su vida útil, los cuales incluyen fundamentalmente los factores: duración, rendimiento luminoso (flujo luminoso por Wh), costo de fabricación de la lámpara y costo de la corriente eléctrica consumida durante su vida útil, justifican la existencia de estas lámparas.

Pero, cuando se aplican estos argumentos no se hacen a partir de las condiciones cotidianas, sino que se basan en argumentos que implican condiciones óptimas, aunque éstas se alcancen solamente en casos especiales o de escenarios ideales. Esto se ve reflejado en el informe del INTI.

Por ejemplo, el rendimiento luminoso de una lámpara fluorescente compacta (con la reactancia incorporada) de 15 Wh corresponde, según fabricante, a 75 Wh de una lámpara incandescente; quiere decir que consume cinco veces menos. Este dato, en un caso normal, no es cierto. Las lámparas incandescentes entregan hasta 25 lm/Wh, como rendimiento luminoso o eficiencia lumínica. Una LFC brinda el óptimo de 60 lm/Wh estando en posición vertical hacia arriba y con una temperatura de 10°C de ambiente y recién después de unos 30 minutos de ser encendida. El rendimiento luminoso entonces

es inferior, alcanzando la mitad, es decir unos 30 lm/Wh según las condiciones de colocación.

Por uno lado, se sabe que las lámparas incandescentes tienen una duración de hasta 1.000 horas, aunque la marca Merkur Extra alcanza 5.000 horas. Por el otro lado, las LFC solamente alcanzan su edad proyectada cuando están encendidas permanentemente. Pero en el caso que se enciendan varias veces por día alcanzarán unas 4.000 horas.

El precio de compra es el tercer aspecto dentro de los costos de funcionamiento. La lámpara fluorescente compacta de 20 Wh vale entre 20 y 30 pesos en Argentina, unas diez veces más que una incandescente tradicional de 100 Wh donde su costo era de 3 pesos de la misma moneda.

Este balance parcial, solamente se refiere a los costos de materiales en el uso y funcionamiento durante su vida útil. Pero, si se centraliza en el balance total debe verse, además, las condiciones de fabricación, los problemas visuales, las cargas de irradiación no-visuales y la problemática de los productos una vez convertidos en residuos o basura, temas que vamos a desarrollar a continuación.

La luz y características visuales de las personas

La evolución biogenética del aparato visual del ser humano, del sistema hormonal, de la piel, como todas las otras características del organismo, ha ocurrido a través de millones de años y bajo las condiciones de la luz natural del día y el cambio con la noche. Por tal razón, y naturalmente, hay que partir de la convicción de que el equipamiento genético del hombre se ha ajustado a la luz del día, solar o del cielo.

Por el contrario, el funcionamiento sano de los organismos vivos ya no será garantizado cuando reciban la irradiación permanente de una luz artificial, la cual diverge en sus cualidades de la luz natural del día. El criterio más importante de la luz artificial entonces, no es el rendimiento luminoso o la vida útil, sino su semejanza con la luz natural. Y así fue la idea desde un principio, tratar de imitar, lo más posible, *en una luz artificial la luz del sol*.

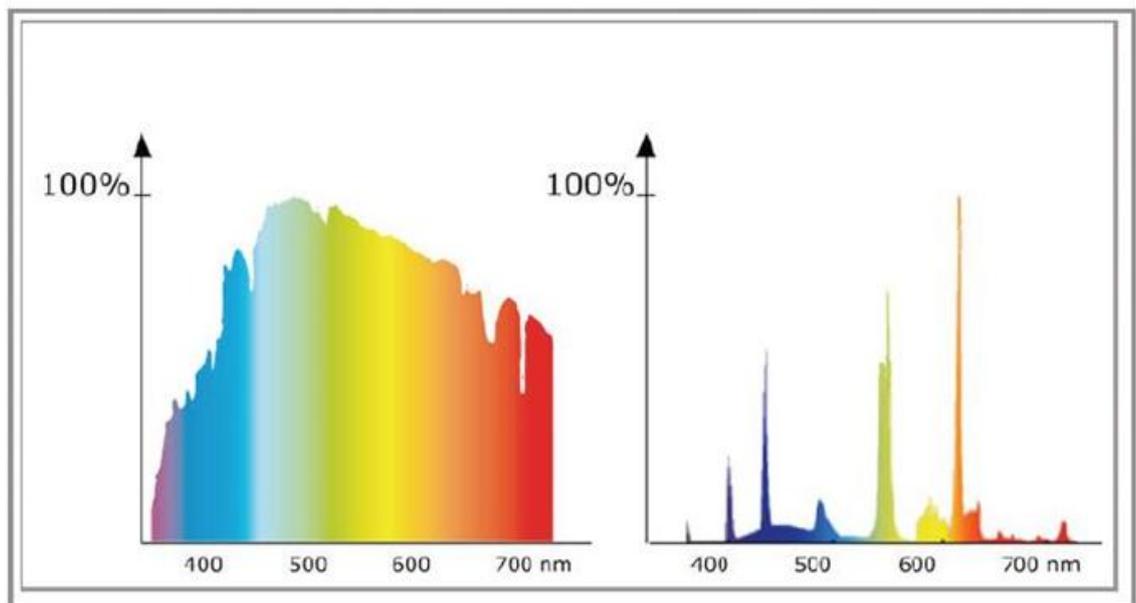
Sobre este criterio, hay una conciencia unánime entre los biólogos que estudian estos temas en el mundo. Cada dueño de un invernadero o criadero de animales conoce bien las consecuencias del exceso de los diferentes tipos de luz artificial en el crecimiento, la fertilidad, la productividad y la mortalidad de los individuos.

Pero también, para el ser humano, se dispone en la actualidad de una gran cantidad de estudios con pruebas detalladas, de que divergencias en la calidad de la luz natural conducen a trastornos y perjuicios en la salud (www.gluehbirne.ist.org).

La luz del día o natural, se puede definir por una serie de características: irradiación continua, espectro de colores con participación de UV e infrarrojo, luminosidad y variabilidad. La luz artificial permite comparaciones con la luz del día, solamente en pocos de estos aspectos.

Las lámparas fluorescentes compactas, a diferencia de la luz del día, no generan un espectro continuo. Podemos observar (Fig.N° 8) que en el espectro de tales lámparas se emiten picos de mayor intensidad solamente en ciertas regiones del espectro visible, y en otros rangos la intensidad es nula o muy reducida.

Fig. N° 8 Comparación del espectro de la luz del día (izquierda) con el de una lámpara fluorescente estándar blanca



Fuente: Çakir, 2010.

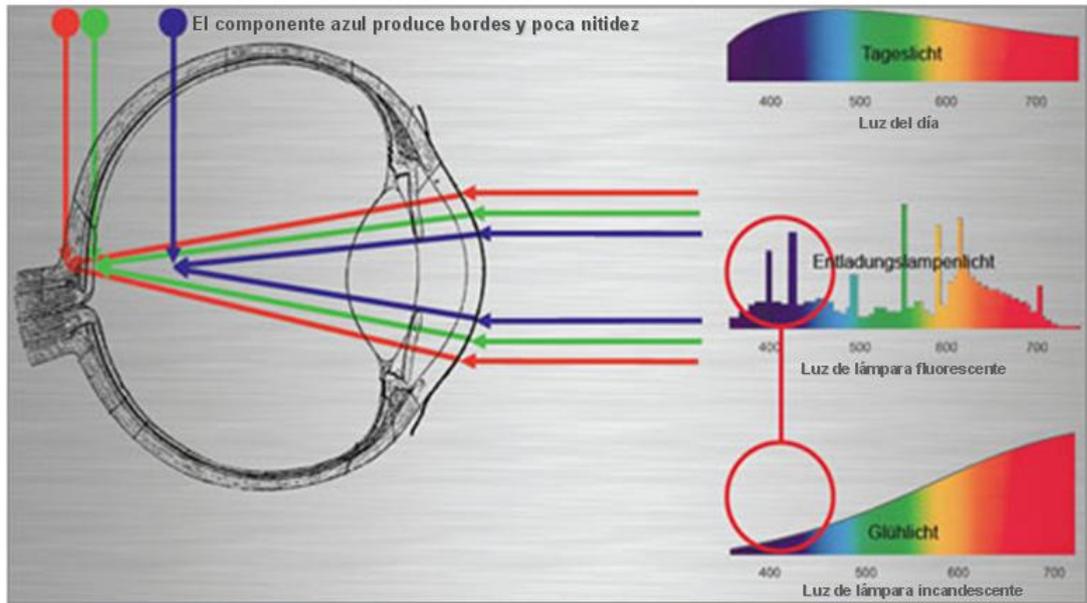
Con esta situación, el ojo humano no puede diferenciar de una luz que emita en un espectro discontinuo o de líneas, de otra con un espectro completo y, aunque el cerebro corrige el sentido de la vista, el problema persiste.

Las lámparas compactas de fluorescencia, si bien brindan más luminosidad con menos energía, generan molestias en el proceso visual debido a que los colores de las cosas

que miramos no son muy nítidos o bien definidos, ya que el espectro de emisión es incompleto.

Además, existe una distorsión en los contornos de los objetos, por la misma naturaleza de la luz que se emite. Debe aclararse que la lente del ojo refracta colores diferentes con diferentes intensidades. De esta manera, los rayos azules de la luz se cruzan delante de la retina y los rojos, detrás de ella (Fig.N° 9).

Fig. N° 9 Recibiendo un espectro completo proveniente de la luz del día, el ojo es capaz de desplazar continuamente el nivel de nitidez



Fuente: Wunsch, Alexander (sin año): Ja zur Glühbirne. www.lichtbiologie.de

Pero, el espectro de las LFC, sin embargo, crea varias imágenes discretas en la retina, una de tras de la otra, lo que causa un esfuerzo enorme para el ojo. Aunque no se perciba, el sistema ocular debe estar enfocando permanentemente, en forma involuntaria, causando perjuicios vegetativos como por ejemplo dolores de cabeza.

Se debe pensar y tener en cuenta también que, la falta de algunas longitudes de ondas dentro del espectro discontinuo, anula o minimiza una serie de procesos bioquímicos y fisiológicos, que dependen de rangos cortos de longitudes de ondas donde estos procesos alcanzan su máxima expresión. Esto trae como consecuencia que estos procesos no puedan desarrollarse o solamente lo hagan de forma reducida.

La parte de luz ultravioleta que contiene la luz del día natural, falta en el espectro que emiten las lámparas fluorescentes compactas, casi en su totalidad.

Esta parte del espectro de la luz, sin embargo, es de gran importancia para la salud humana. Mientras que las partes de la radiación ultravioleta de onda corta (UV-C: 100 – 280 nanómetro) es nocivo para el ser humano, que en general tampoco se encuentra en la luz del día, las partes UV de onda larga (280 -380 nm = UV-B + UV-A) ejercen varios impactos al organismo; siempre y cuando no se exagere la dosis.

En varios estudios sistemáticos (www.gluehbirne.ist.org), se compararon los impactos de la iluminación diaria de un espectro de líneas reducido con un espectro completo. Se

detectaron repetidamente los impactos sobre estrés, el agotamiento, como también en la salud en general.

La exposición a la radiación no visual

Las lámparas fluorescentes compactas emiten radiación perturbadora en frecuencias diferentes ubicadas fuera de la luz visible. En ensayos con plantas se logró demostrar que esta radiación perjudica el crecimiento normal (www.gluehbirne.ist.org). Debido a los dispositivos que tienen, las LFC emiten ondas de radio, y también se agregan los efectos de alta tensión en el momento del encendido y el efecto magnético de la bobina de la reactancia incorporada en el zócalo.

Todas las lámparas fluorescentes emiten radiofrecuencias, que son las mismas descubiertas por los rusos y que se usan en hospitales o en algunas computadoras. En un artículo de Rusia se comenta que cuando se realizó la electroencefalografía (EEG) de las corrientes cerebrales humanas, se registraron las mismas radiofrecuencias de los tubos fluorescentes (O'Donnell et. al., 2002).

Los efectos de campos perturbadores por radiación hoy día son bastante conocidos: ciertos tipos de cáncer (leucemia) o altas tasas de malformaciones en recién nacidos. Probablemente también impactan en la salud humana en forma no específica, teniendo efectos en las células.

La peligrosidad de la radiación radioactiva se conoce desde hace décadas. Pero recién a partir de los años noventa se descubrieron sustancias radioactivas en las lámparas "ecológicas". Para poder reducir la titilación con el encendido de las LFC, algunos tipos de estas lámparas contienen en el arrancador elementos radioactivos, como kriptón, prometio, tritio y torio. Su radioactividad, según mediciones del Instituto Ambiental de Múnich, alcanza hasta 1.100 Becquerel.

La problemática alrededor de la eliminación de las lámparas de bajo consumo

Las lámparas de "ahorro" de energía son en alto grado tóxicas. El gas del interior del tubo de descarga está compuesto, entre otros, de vapor de mercurio y una mezcla de sustancias luminosas que destellan en colores diferentes según el efecto que se le quiera dar a la luz (Çakir 2010).

Muchas de estas sustancias son peligrosas (ver más adelante). Los componentes de encendido y de control contienen componentes similares a los de la "chatarra

electrónica”. Según la legislación vigente en muchos países (www.gluehbirne.ist.org), a las lámparas fluorescentes compactas hay que tratarlas como residuos especiales y/o peligrosos.

Respecto a los aparatos electrónicos, reactancias o balastos electrónicos en el zócalo (Fig.5), los reglamentos para su tratamiento adecuado y post-uso, en general no están establecidos. Enviarlas a un proceso de reciclaje no es viable hasta el momento, ya que se caracterizan por una combinación entre elementos luminosos, placas de circuitos y componentes electrónicos. Por tal razón, las LFC una vez fuera de uso (decenas de millones que se eliminan por año), representan una amenaza importante para el ambiente ya que terminan en los rellenos sanitarios y en basurales a cielo abierto, debido a la falta de legislación alguna.

El Ministerio Federal de Ambiente de Alemania ⁴ (UBA, www.exactas.uba.ar, 2010) publicó un informe sobre los peligros a la salud que surgen cuando se rompe una lámpara de bajo consumo. A través de ensayos, se comprobó que cuando se rompe una de estas lámparas dentro de una habitación, el metal pesado mercurio se libera en el aire superando el límite permitido (0,35 miligramos/m³) en veinte veces, es decir alcanzando los 7 miligramos/m³. (Fig.N°10)

⁴Alemania: El Ministerio Federal de Medioambiente (BMU), la Agencia Federal de Medioambiente (UBA) y la Agencia Federal para la Conservación de la Naturaleza (BfN) ofrecen información sobre temas medioambientales que afectan a Alemania, consejos asesores constituidos por expertos: el Rat von Sachverständigen für Umweltfragen y el Nachhaltigkeitsrat. Disponible: <http://www.nachhaltigkeitsrat.de>

Fig. N° 10 restos de una lámpara de bajo consumo



Fuente: Foto archivo de los autores, tomada por ICA, 2011.

Por lo tanto, existe en algún punto una contradicción conceptual de esta realidad y lo que se declara como ecológicamente conveniente. Investigando sobre el tema, es sorprendente que aún casi no se pueda encontrar información crítica.

Diferentes fuentes independientes (www.gluehbirne.ist.org) declaran que, el vidrio de las lámparas contiene al menos sustancias tóxicas como: mercurio, itrio, vanadio, arsénico, antimonio y los elementos radioactivos torio, kriptón, prometio y tritio (isótopo del hidrógeno). Las reactancias (zócalo) contienen además asbesto, cadmio, plomo y compuestos halogenados.

La cantidad por lámpara parece poco (unos 10 mg de mercurio), pero sumando las varias decenas de millones que se descartan al año, se debería reconsiderar que la amenaza y el impacto ambiental tal vez no sean superfluos. Según www.gluehbirne.ist.org en Alemania se generan como residuo unas 120 millones de lámparas de bajo consumo cada año, de las cuales cada una contiene mercurio. Solamente el 30% de estos residuos se recolectan por separado y llegan a ser reciclados.

Por parte de las industrias fabricantes uno se puede informar que, aparte del mercurio, las sustancias tóxicas que están fijadas en las paredes de vidrio y en los electrodos no son solubles en agua, por lo que no son relevantes para una amenaza ambiental.

Esta lógica es muy extraña ya que apunta hacia una deposición final como residuo sólido urbano y acepta, además, el crecimiento imparable de nuestras montañas de basura.

Las recomendaciones de la industria sobre la eliminación de este residuo no se mencionan en el empaque de las LFC cuando uno las adquiere. Tampoco el qué hacer con los componentes electrónicos en la reactancia. Este problema, se agrega a la realidad actual donde las montañas de residuos electrónicos crecen anualmente en forma exponencial, por lo que es argumento en contra, ecológicamente hablando, para estas lámparas.

Por lo tanto, se debería pensar para estas lámparas fluorescentes compactas en rellenos o celdas especiales y no en rellenos sanitarios comunes, como residuos peligrosos que son.

Si se compara ahora el problema “manejo del residuo” con la eliminación de las lámparas incandescentes, es obvio que las lámparas de “derroche de energía” representan un problema más grande desde el punto de vista de manejo de basura.

El funcionamiento de las lámparas incandescentes no necesita de un aparato de reactancia, por lo que existe el problema de los componentes electrónicos. Lo que llega a la disposición final es el casquillo metálico, un aislante, la ampolla de vidrio y el filamento de tungsteno. Por lo tanto, si se coteja con los componentes de una lámpara fluorescente compacta y sus elementos, tanto en el vidrio de la lámpara como en el zócalo (reactancia), sumando todas las sustancias tóxicas, la lámpara incandescente es una fuente luminosa más amigable con el medio ambiente.

Conclusiones del Balance

La evaluación de las lámparas fluorescentes compactas basada en criterios ecológicos nos da resultados definitivamente negativos.

La producción y fabricación de las lámparas con sus dispositivos de control (reactancia en el zócalo), que forman una unidad de producto, es muy costosa desde el punto de vista energético y de la materia prima a aplicar.

Cuando se aplican para el uso demuestran una alta dependencia de factores externos (temperatura de ambiente, posición de colocación, frecuencia de encendido/apagado etc.).

Su rendimiento económico (beneficio en iluminación en comparación con la electricidad consumida, vida útil o duración y precio por unidad) está lejos y, en general, es inferior a lo proclamado en la propaganda de venta y por sus fabricantes.

Encenderlas y apagarlas muchas veces hace que su operación sea más cara que la de las lámparas incandescentes.

La luz emitida resulta de un espectro lineal muy incompleto. Si lo miramos desde el punto de vista de la “biología luminaria”, se debe decir que es la peor luz artificial aplicada hasta el momento en espacios habitacionales.

Además, a esto se le suma que las lámparas fluorescentes compactas emiten diferentes tipos de radiación no visible (radioactividad, radiación UHF, etc.), con los efectos negativos conocidos para la salud humana.

Una vez fuera de uso, las lámparas y las reactancias se convierten en una carga ambiental incalculable ya que contienen sustancias altamente tóxicas.

Hasta la actualidad no se ha encontrado la forma de poder reciclar las lámparas fluorescentes compactas y por ende, deben declararse como residuos peligrosos destinados para un tratamiento con una disposición adecuada. Es un caso típico para repetir el slogan: la mejor forma de resolver el problema de la basura es evitarla.

Bibliografía

Çakir A. (2010). *Wie umweltfreundlich sind Energiesparlampen? Eine Studie zur Überprüfung des Glühlampenverbots*. Berlín: Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung Forschungsgesellschaft mbH.

INTI (2006). *Resultados de un estudio sobre el desempeño de lámparas de bajo consumo*. Laboratorio de Luminotecnia del Centro INTI - Física y Metrología. Disponible en <http://www.inti.gov.ar/ambiente/inf-tec.pdf>

Stanjek K. (1991). *Energie "Spar" Lampen = Verschwendungslampen. Eine Untersuchung zur ökologischen Gesamtbilanz der sogenannten Energiesparlampen*. Hamburg (Alemania): Im Auftrag von Greenpeace. Disponible en www.gluehbirne.ist.org

O'Donell, M. B., Sandoval, J. D. y Paukste, F. (2002). *Manual de Iluminación Eficiente*, cap. 4: Fuentes luminosas. Universidad Tecnológica Nacional y ELI (Efficient Lighting Initiative). Argentina. Disponible en <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion>

ZVEI. (2005). *Lebensdauer von Entladungslampen für die Beleuchtung – Grundlagen für Planung und Wartung*. Frankfurt am Main.

Sitios Web Consultados

www.nachhaltigkeit.org, 2011.

www.zeit.de, 2011.

http://asifunciona.com/electronica/af_cfl, 2011.

<http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/lincan.html>, 2011.

www.lichtbiologie.de, 2011