

Estudios sobre iluminación residencial

Autores:

Carlos Kirschbaum^{1, 2}, Graciela Tonello^{1, 2}, Mario Raitelli¹, Jorge Mas^{1, 3}

¹ Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán; ² Investigador del CONICET; ³ Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNT

ckirschbaum@gmail.com; gtonello@herrera.unt.edu.ar

mraitelli1@yahoo.com.ar; jorgemmas@gmail.com

Trabajo presentado en el IX Congreso Panamericano de Iluminación

Rosario, Santa Fe, Argentina - 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

Resumen

La iluminación de edificios y viviendas es un tema destacado tanto en el diseño como en el mantenimiento de locales en interiores. La iluminación de esos espacios se provee a través del aprovechamiento de luz natural, cuando el clima, el horario y el diseño arquitectónico permiten la utilización de este recurso y con iluminación artificial mediante diferentes fuentes luminosas eléctricas. En áreas rurales, es frecuente la utilización de otros tipos de energía como querosén, gas oil o gas licuado.

La iluminación artificial residencial representa un porcentaje relevante del consumo de energía eléctrica total en cualquier país. Por ello, el objetivo de reducir el consumo de energía eléctrica para iluminación residencial ocupa un lugar importante en los

programas de racionalización y ahorro de energía, como es el caso de la iniciativa impulsada por el gobierno argentino desde diciembre de 2007.

En este trabajo, se informa de avances en el estudio de este tema en ámbitos rurales y urbanos en el NOA.

1. Introducción

La iluminación artificial de viviendas y edificios es un componente destacado en el perfil de consumo de energía eléctrica en lo que se denomina sector residencial. En Argentina, este consumo es del orden del 9% del consumo de energía eléctrica global^{1, 2}. Otras fuentes estiman en alrededor del 5% al consumo de la iluminación en viviendas en el mundo³.

El programa impulsado por el Gobierno Nacional en Argentina con el objetivo de promover el

uso racional e eficiente de energía, intenta en el corto plazo reducir el consumo que crece a un ritmo superior a la capacidad de generación de energía eléctrica disponible⁴.

La introducción en el mercado nacional de fuentes de iluminación más eficientes y de mayor duración es una posibilidad para reducir este consumo. Sin embargo duración y eficiencia no son factores determinantes para decidir a los consumidores a incorporar estas nuevas tecnologías en sus hogares. Precio, simpleza en el montaje y funcionamiento, entre otros factores, son determinantes en el momento de comprar una lámpara. En muchos sectores de la población, en particular la de menores ingresos, estos criterios para elegir lámparas eléctricas son los que prevalecen⁵.

Otra alternativa para reducir el consumo puede ser el aprovechamiento de la luz natural, recurso que abunda en gran parte del territorio nacional. La incidencia de la luz natural en el consumo doméstico en iluminación depende de diversos factores: entre ellos, el diseño arquitectónico de las viviendas, hábitos y nivel de conciencia de los usuarios acerca del uso racional de energía en iluminación. La alternativa centralizada de intentar reducir el consumo de energía eléctrica es el cambio del huso horario en ciertas épocas del año con el objeto de aumentar las horas de actividad con luz natural es otra medida impulsada desde el gobierno. Las experiencias recientes demuestran que esta medida no produce los efectos esperados si no se adecuan criterios y decisiones que tengan en cuenta la ubicación geográfica de distintas regiones del país, sus costumbres, el grado de comprensión y aceptación de estas medidas⁶.

En este trabajo se informa de avances en el estudio de la iluminación en viviendas en ámbitos rurales y urbanos en zonas de la región Noroeste de Argentina (NOA). Se intenta precisar el uso y tipos de fuentes luminosas utilizadas por la población, criterios para su selección y adquisición, opiniones sobre las condiciones lumínicas de viviendas y espacios exteriores adyacentes. En el estudio, se registra además el equipamiento para iluminación

artificial en las viviendas, aprovechamiento de iluminación natural, distribución en los distintos ambientes, usos de esos espacios, gasto en energía por núcleo familiar, demandas de los usuarios respecto a la iluminación de interiores y espacios exteriores adyacentes a la vivienda, opiniones y preferencias sobre las fuentes luminosas utilizadas y la iluminación que proveen.

Se incluye un análisis preliminar sobre el cambio de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas en barrios de pobladores de ingresos medios y bajos. Este cambio forma parte del mencionado programa impulsado por el gobierno argentino, consiste en entregar sin cargo, a habitantes de viviendas, dos lámparas fluorescentes compactas a cambio de dos lámparas incandescentes.

Los datos que se presentan son resultados de puestas al día bibliográficas, relevamientos de viviendas, encuestas a habitantes de zonas rurales y urbanas. Las áreas estudiadas involucran a población rural dispersa, de centros rurales y habitantes de núcleos urbanos.

2. Energía e iluminación

El consumo de energía para iluminación crece en el mundo acompañando el ritmo del aumento de la población y urbanización, dos factores de particular relevancia en América Latina. Una de las características de este crecimiento es la exclusión de grandes sectores de la población a las

posibilidades que ofrece la innovación tecnológica en el sector en términos de artefactos, fuentes luminosas, sistemas de control. Las demandas por iluminación artificial incluyen técnicas y dispositivos más eficientes, compactos y durables. La paradoja es que la variada oferta es accesible sólo para los sectores de la población de ingresos medios y altos. Esta es la principal barrera para la difusión masiva de dispositivos cuya aparente ventaja es reducir el consumo de energía eléctrica. Además de la barrera económica existen otras características que reducen la eficacia de estos desarrollos presentados a la opinión pública como soluciones de ciertos problemas aunque, a su vez, pueden originar otros que reducen o cancelan sus aportes positivos.

El objetivo de reducir el consumo de energía eléctrica es importante y central para enfrentar la creciente demanda de recursos energéticos con directa vinculación con el aumento de la contaminación ambiental y, en muchos casos, la dependencia a dispositivos y metodologías costosas y complejas para la mayoría de los potenciales usuarios.

En muchos lugares del mundo y recientemente en Argentina existe una tendencia a imponer la lámpara fluorescente compacta (LFC) como alternativa superadora de la lámpara incandescente en funcionamiento desde hace 125 años. La LFC, introducida en el mercado en los

años ochenta del siglo pasado, ofrece ventajas y desventajas que es necesario divulgar y entender para optimizar su utilización⁷, justificando la mayor inversión que significa adquirir estas lámparas en reemplazo de la tradicional y popular lámpara incandescente. Esta lámpara, de mayor utilización en el mundo, reúne características de simplicidad, bajo costo, flexibilidad y calidad de iluminación que en muchas aplicaciones, en particular en la iluminación de viviendas, compensan su baja eficiencia lumínica. Precisamente basadas en las cualidades que justifican su permanencia en el mercado y en las preferencias de la gente se impulsan desarrollos para aumentar la eficiencia luminosa que es el punto más vulnerable de esta lámpara.

Recientes anuncios por parte de empresas dedicadas a la fabricación de fuentes luminosas informan de avances en la producción de luz por incandescencia que podrían igualar las eficiencias de la LFCB. En nuestro país, desde hace unos meses, se presenta en el mercado una versión de lámpara incandescente halógena que consume un 30% menor de energía, generando igual flujo luminoso que una incandescente tradicional con el doble de duración⁹¹⁰.

Una característica destacada de las acciones del gobierno argentino para reducir el consumo de energía eléctrica es promover el cambio de la lámpara incandescente por la

fluorescente compacta en la iluminación residencial. Como en diversos países, la vía elegida es la distribución de lámparas fluorescentes compactas (LFC) en viviendas de pobladores de bajos ingresos. El mecanismo es entregar dos LFC de 20 W por vivienda a cambio de dos lámparas incandescentes en funcionamiento. Este mecanismo o la entrega gratuita se utilizan en diversos países.

Lo que llama a la reflexión es que la velocidad para introducir la LFC y la promulgación de leyes que prohíben la producción, comercialización e importación de lámparas incandescentes en el territorio nacional no es comparable con el interés para analizar en profundidad todos los efectos directos e indirectos asociados que, en muchos casos, arrojan dudas sobre la efectividad de estas medidas.

Esta es la motivación para desarrollar estudios como el presente, intentando caracterizar el consumo energético en iluminación de viviendas, como también registrar demandas e impactos tanto en lo referente al aprovechamiento de luz natural, introducción de nuevas fuentes luminosas en hogares, limitaciones en la infraestructura o en el diseño arquitectónico.

3.- Estudios sobre la iluminación en viviendas

En este trabajo se presentan resultados de un estudio en desarrollo sobre la iluminación de viviendas en ámbitos rurales

y urbanos. Aspectos de estos estudios han sido divulgados en congresos y revistas especializadas^{11,12}, y en otra ponencia presentada en este congreso¹³. El universo de análisis está formado por viviendas unifamiliares ubicadas en ámbitos urbanos y rurales en Tucumán y localidades de las provincias de Jujuy y Salta. Se incluye como objetivo el tratamiento del cambio de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas iniciado recientemente en la ciudad de San Miguel de Tucumán.

3.1. Encuesta

La encuesta administrada por estudiantes de la carrera de Técnico Diseñador Universitario en Iluminación incluía diversos aspectos:

- Cantidad, edad y actividades de habitantes de las viviendas.
- Valor de la factura mensual de energía eléctrica.
- Condiciones de la iluminación artificial y natural de la vivienda.
- Sobre el Alumbrado público, iluminación de calles y veredas, molestias de la luz intrusa aportada por el alumbrado público.
- Ambientes más utilizados de las viviendas.
- En el caso de instalación de LFC, lugares donde se instalaron y opiniones sobre el cambio de la iluminación.
- Tipos y potencias de las lámparas instaladas en los ambientes de las viviendas.

3.2. Características de la muestra

Se presentan resultados de

relevamientos realizados en cuatro grupos de pobladores de la provincia de Tucumán, tres ubicados en la ciudad capital y uno en una zona rural.

a) Barrio Victoria. Se trata de viviendas adyacentes a uno de los Campus de la de la Universidad Nacional de Tucumán denominado Centro Universitario Ing. Roberto Herrera, habitado por sectores de bajos ingreso y estudiantes universitarios. En esta encuesta, se adicionan algunas evaluaciones de viviendas en las provincias de Jujuy y Salta.

b) Barrio San Cayetano. La zona evaluada está habitado por sectores de medios y bajos ingresos, en un área periférica de la ciudad colindante con asentamientos de pobladores de muy bajos ingresos con fuertes deficiencias de infraestructura y viviendas. En esta zona, se inició la entrega de lámparas fluorescentes compactas por parte de la empresa distribuidora de energía eléctrica de Tucumán.

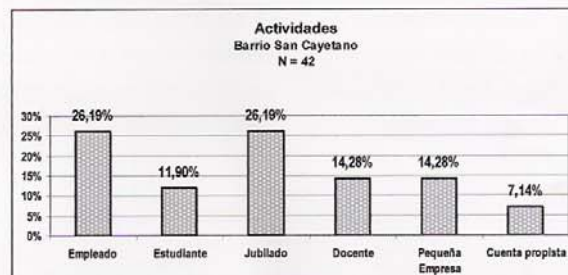
c) Casas de estudiantes. Las viviendas donde habitan los estudiantes que cursan la asignatura "Medio Ambiente Visual" en la carrera de Técnico Diseñador Universitario en Iluminación en el DLLYV fueron relevadas por cada uno de ellos. Corresponden a sectores de ingresos medios.

d) Viviendas rurales. Se evaluó un conjunto de viviendas de habitantes de bajos ingresos en una comuna rural de la provincia de Tucumán.

En la Tabla 1, se resumen datos de los cuatro conjuntos de viviendas estudiados.

Denominación	Ubicación	viviendas relevadas	Habitantes	Consumo de energía eléctrica [€]
Barrio Victoria	S. M. de Tucumán	27	107	47,4
Barrio San Cayetano	S. M. de Tucumán	25	126	64,57
Viviendas Estudiantes	S. M. de Tucumán, Perico, Jujuy y Cafayate, Salta	14	44	50
El Puestito	Comuna rural, Tucumán	30	150	60

Tabla 1.- Viviendas relevadas



3.3. Actividades de los habitantes

Los gráficos resumen las actividades de los pobladores de los barrios urbanos y del grupo de viviendas rurales.

En el grupo denominado barrio Victoria habitan principalmente empleados, estudiantes y jubilados. El alto porcentaje de estudiantes se explica por la proximidad al campus universitario.

En San Cayetano, el perfil de actividades es más diversificado con

la inclusión de docentes y pequeños empresarios (ramos generales, panadería, mecánico).

En El Puestito, el perfil es el de una zona de minifundios no azucareros estrechamente dependiente del empleo estatal en la comuna para los habitantes estables y de fuerte éxodo de pobladores hacia centros urbanos en búsqueda de trabajo. También se observa un sector apreciable de desocupados y otros dependientes de la ayuda social gubernamental.

En el grupo de viviendas de estudiantes se han registrado pocos datos en este rubro, pero se puede suponer, por la estructura de la matrícula universitaria, que una importante proporción de los hogares pertenece a sectores de clase media con ingresos medios y altos.

4. Aprovechamiento de luz natural

La utilización de la luz natural en ambos barrios es elevada en particular en San Cayetano. En el barrio Victoria, el aprovechamiento es menor, lo que además se refleja en las opiniones registradas en la encuesta en esta zona sobre *Modificaciones de la Iluminación* donde vecinos destacan la necesidad de incrementar el aprovechamiento de este recurso en sus viviendas. (ver el gráfico sobre Modificaciones en la página siguiente).

5. Evaluación de la iluminación del entorno

En los barrios Victoria y San Cayetano, la evaluación de la iluminación pública es aceptable y poco iluminada en calles y en algunas veredas; mientras que, en otras, la evaluación es de poca o nula iluminación.

El alumbrado público también puede invadir espacios en las viviendas tanto en jardines y patios como en locales interiores. Esa iluminación adicional es denominada "luz intrusa". Algunos países restringen severamente los niveles de esta intrusión luminosa porque la consideran una molestia.

En el caso de los vecinos de los dos barrios estudiados, la luz intrusa no es considerada una molestia. En San Cayetano, algunos vecinos consideran que la intrusión luminosa es beneficiosa por razones de seguridad y de ahorro de energía

en iluminación al disponer de iluminación en interiores provista por el alumbrado público.

6. Modificaciones en la iluminación

A los encuestados se les preguntó sobre modificaciones que deseaban introducir en la iluminación de las viviendas. Las respuestas registradas en los barrios Victoria y San Cayetano se muestran en el gráfico correspondiente.

En el barrio Victoria, un 64% de los entrevistados está conforme con la iluminación que dispone, mientras que en San Cayetano lo está en un 20%.

Respecto a modificaciones en el barrio Victoria, se destacan las respuestas sobre aumentar la luz natural en los locales y una aspiración de mejor iluminación. En ambos casos, alrededor de un 20% de respuestas indican el deseo de instalar más LFC y la



necesidad de mejorar la instalación eléctrica.

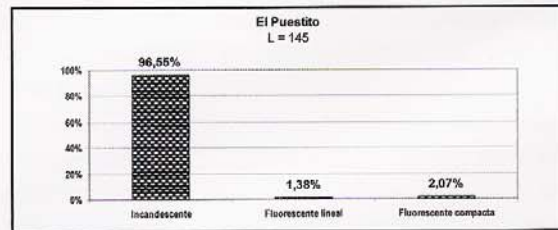
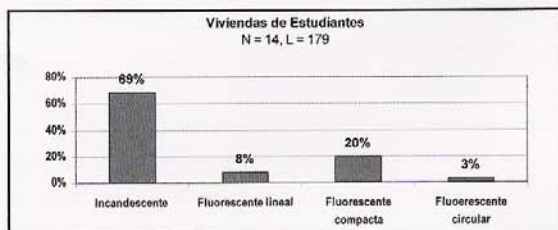
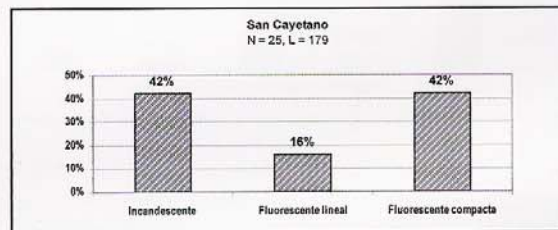
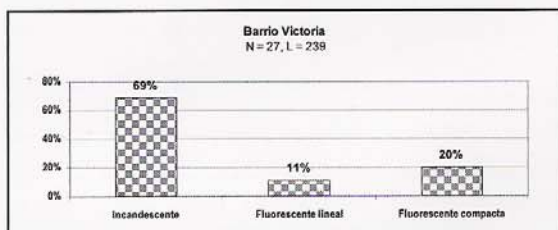
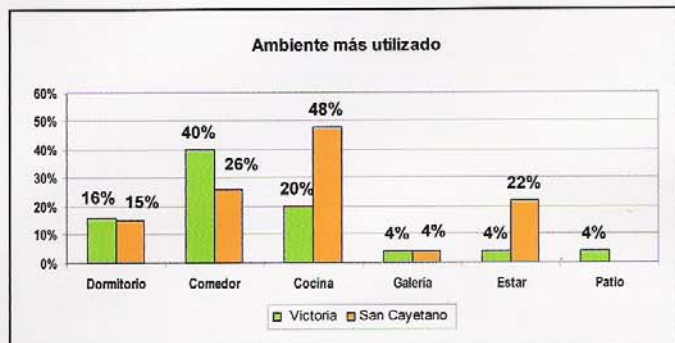
Sobre este último tema, en la encuesta se incluyó una pregunta sobre la opinión de los vecinos respecto a la iluminación prevista por la LFC.

7. Utilización e iluminación de ambientes en las viviendas

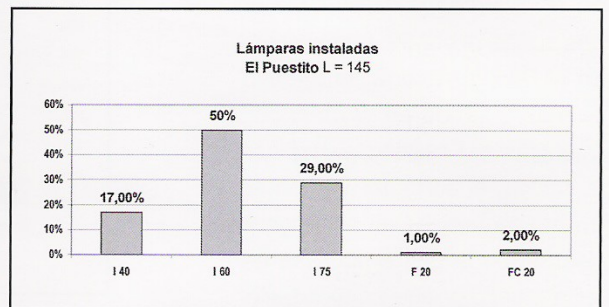
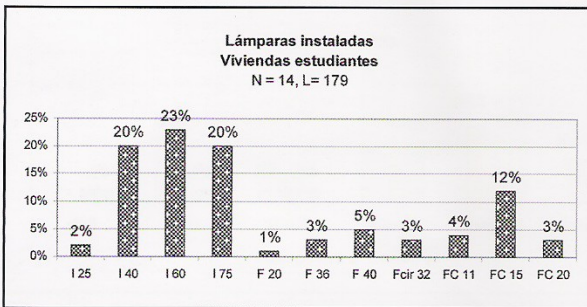
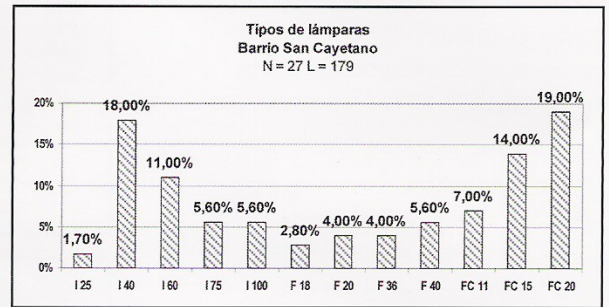
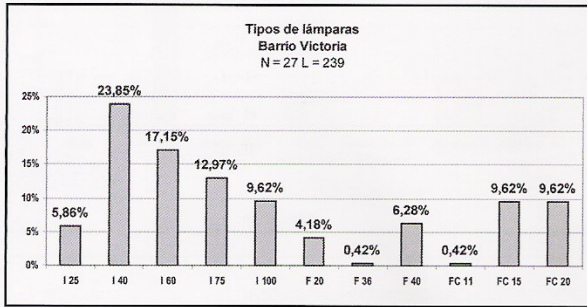
La utilización de los ambientes de las viviendas estudiadas es variada analizando las respuestas en dos zonas urbanas y una rural. En el Barrio Victoria, el ambiente más utilizado es el comedor; mientras que el San Cayetano es la cocina, el comedor y el estar. En la comuna rural, la mayoría del tiempo la gente utiliza la galería o permanece en el exterior de la vivienda.

8. Tipos de lámparas

En los cuatro gráficos al pie de esta página, se indican los tipos de lámparas instaladas en las viviendas. En ellos, la letra N corresponde a la cantidad de viviendas relevadas; y L, a la cantidad total de lámparas instaladas.



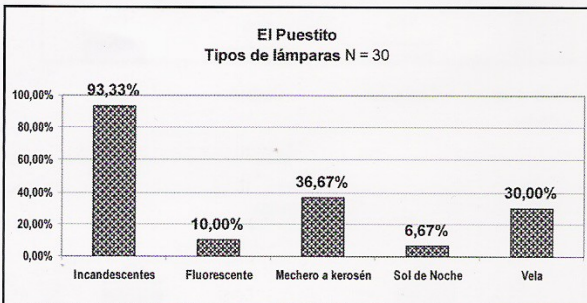
La distribución por tipo de lámpara y potencias se muestra a continuación:



En las viviendas rurales, también se usan fuentes luminosas con otros combustibles.

de velas de estearina también se justifica por su generalizada utilización en los altares religiosos domésticos.

elevada proporción de LFC 15W indica que antes de que se inicie la distribución mencionada los vecinos decidieron introducir estas lámparas en sus hogares. Igual interpretación es válida para el Barrio Victoria y las viviendas de estudiantes donde las proporciones de LFC instaladas alcanzan alrededor del 20% de las lámparas en esas viviendas.



En los barrios Victoria y San Cayetano predomina la utilización de lámparas incandescentes de 40 W.

En las viviendas rurales, la gran mayoría utiliza lámparas incandescentes, entre las cuales el 50% corresponde a la potencia de 60W. Los resultados correspondientes a Barrio Victoria y viviendas de estudiantes muestran una distribución de lámparas incandescentes similar que llega al 69% de todas las lámparas instaladas en esas viviendas.

Aunque la gran mayoría posee energía eléctrica, en muchas viviendas se utilizan otro tipo de fuentes luminosas por diversos motivos, principalmente por restricciones económicas, frecuente interrupción o variación del suministro de energía eléctrica, necesidad de disponer de artefactos portátiles. La elevada proporción

de las viviendas de estudiantes, la distribución de incandescentes incluye tres potencias, 40, 60 y 75 W. En San Cayetano, se destacan las LFC de 20 y 15W, la cantidad de las primeras se explica por la distribución realizada recientemente de acuerdo al programa de reducción del consumo de energía, pero la relativamente

Mientras que las incandescentes en San Cayetano se reduce al 42% del total, como resultado de la campaña de introducción de las LFC.

8. Opiniones sobre la iluminación con LFC

En el barrio San Cayetano, se registraron las opiniones de los vecinos acerca de las diferencias que aprecian con la iluminación que proveen las LFC. En el gráfico siguiente se resumen las respuestas expresadas en porcentajes respecto a la cantidad de viviendas visitadas.



Las opiniones favorables a las LFC son Luz más blanca, Mejor iluminación y Mejor visión. La respuesta Luz más blanca agrupa opiniones que se consideran equivalentes; luz blanca, luz ra-

dianete, más claridad, claro. Las negativas: Menor iluminación y Mayor costo.

En el barrio Victoria, también se registraron algunas opiniones de los vecinos que disponían de LFC. Las opiniones se consignan por separado correspondiendo una respuesta por cada opinión registrada. Las opiniones son: luz más blanca, mejor iluminación, menor iluminación, no hay diferencias, deslumbran, son grandes, poco estéticas, menor consumo, problemas con el encendido.

En las viviendas de estudiantes opinan: menor consumo, ninguna diferencia respecto a incandescente, más iluminación, luz más blanca.

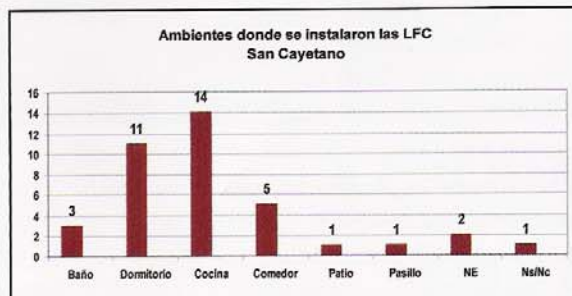
En los gráficos siguientes se muestran dos

conjuntos de datos, la distribución de ambientes más utilizados en San Cayetano y los ambientes donde se instalaron LFC.

9. Conclusiones

El estudio sobre la iluminación

de viviendas descrito en este trabajo ofrece datos que posibilitan entender demandas de la gente y como las resuelven. Las decisiones se basan en buscar dispositivos confiables, baratos y sencillos, la preocupación por el consumo energético se expresa en la elección de las más bajas potencias en lámparas incandescentes. La aparición de las LFC modifica parcialmente esos criterios, pues se diversifica la oferta con una opción que es relativamente fácil de instalar, aunque limitada por el elevado costo de estas fuentes para los sectores de ingresos medios y bajos en Argentina, en particular en el NOA. La introducción de la lámpara fluorescente lineal o circular es reducida, porque ofrece limitadas opciones para su instalación en viviendas además de su tamaño, exigencias de conexión eléctrica y fragilidad. En el ámbito rural, la utilización de este tipo de lámpara es aún más reducida pues en estas zonas y para usuarios de muy bajos ingresos se suman a las dificultades mencionadas, las frecuentes variaciones en el servicio de energía eléctrica, el transporte y la instalación que exige ciertos conocimientos o



habilidades. El cambio de lámparas incandescentes por LFC en los hogares rurales pobres sólo será posible mediante entregas subsidiadas.

Los vecinos expresan necesidad de mejoras en la instalación eléctrica de las viviendas, dato que muestra una deficiencia de infraestructura a la cual se debe prestar atención para un adecuado funcionamiento de los sistemas de alumbrado residencial.

El aprovechamiento de luz natural es elevado en la mayoría de las viviendas urbanas, además en las respuestas sobre modificaciones en la iluminación se destaca la de mejorar o acceder a este recurso. Estos datos indican que existe conciencia sobre el uso de este recurso tan abundante en la región.

El déficit de la iluminación pública es marcado en todas las evaluaciones urbanas. Este tema es también necesario incorporar en la agenda de planes para aumentar la eficiencia y calidad de servicios públicos.

La introducción masiva en los sectores sociales urbanos analizados de la LFC pareciera que cumple con uno de los objetivos de coyuntura del plan de ahorro de energía del gobierno. La sustentabilidad de estos cambios es el tema abierto en términos de costos que limitan el acceso a estas tecnologías, eficacia en la iluminación de locales no solo en la reducción del consumo y en impactos ambientales y técnicos que deben analizarse previendo

soluciones y alternativas. La aparición en el mercado de fuentes incandescentes más eficientes es otra de las alternativas a analizar para disminuir el consumo de energía con estándares adecuados de calidad de iluminación.

10.- Reconocimientos

A los estudiantes de la asignatura Medio Ambiente Visual 2008 por la realización de las encuestas en zonas urbanas. Este proyecto se realiza en el marco de los proyectos de investigación PICT- O 870 financiado por ANCYP y UNT y el PIP 5013 financiado por el CONICET ■

11. Referencias

¹ *Secretaría de Energía y Minas, República Argentina, Programa de normalización y etiquetado energético, Informe nacional, 2º Taller regional de Normas de Etiquetado Sobre Eficiencia Energética, IRAM – Buenos Aires 22 y 23 de Marzo de 2001.*

² *González Enrique, Uso eficiente de la energía en Argentina, OPET Latin America Project (OLA), Taller promoción de tecnologías de eficiencia energética y energías renovables, Secretaría de Energía, Buenos Aires, 21 y 22 de Febrero de 2005.*

³ *Philips Sustainability Report, pag. 30, 2007.*

⁴ *Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), Decreto 140/2007.*

⁵ *Kirschbaum Carlos, Energía e Iluminación rural, Terceras Jornadas de la Asociación Argentino Uruguay de Economía Ecológica (ASAUEE), Tucumán, junio 2007.*

⁶ *Pattini Andrea, ¿Que hora es aho-*

ra? Los husos horarios y el cambio de hora para ahorro de energía eléctrica. Contexto mundial y local, Primer Simposio sobre uso racional de energía en Iluminación, Universidad Nacional de Tucumán, 30 de mayo 2008.

⁷ *National Lighting Program Information Report, Screwbase Compact Fluorescent Lamp products, Specifier Reports, Lighting Research Center (LRC), ISSN 1067 2451, volume 7, Nro 1, July 2005.*

⁸ *General Electric, GE Announces Advancement in Incandescent Technology; New High Efficiency Lamps Targeted for Market by 2010, February 2007.*

⁹ *Amarilla Rubén, Las alternativas en lámparas de bajo consumo: incandescentes halógenas y fluorescentes compactas con balasto incorporado, Primer Simposio sobre Uso Racional de Energía en Iluminación, Universidad Nacional de Tucumán, 30 de mayo 2008.*

¹⁰ *Philips Sustainability Report 2007, pag. 14.*

¹¹ *Kirschbaum C., Energía e Iluminación rural, Revista Iberoamericana de Economía Ecológica REVIBEC, aceptado para su publicación, 2007.*

¹² *Kirschbaum C., Iluminación Eficiente de ciudades y Edificios, conferencista invitado, Séptimo Congreso Panamericano en Iluminación, LUXAMERICA2004, Lima, Perú, Agosto 2004.*

¹³ *Raitelli M., Kirschbaum C., Rigali S., Quiroz F., Reemplazo de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas - comparación de las condiciones operativas y de iluminación resultantes. LUXAMERICA 2008, Rosario, Argentina.*