

# Índice Ponderado de Consumo de Electrodomésticos:

una propuesta de medición a partir de datos de encuestas en hogares en México

## Weighted Index of Household Appliances Consumption:

a Proposal Based on Household Survey Data in Mexico

Ana Ruth Escoto Castillo\* y Landy Sánchez Peña\*\*

El consumo sustentable es parte de la nueva agenda del desarrollo; un elemento central es la promoción de consumo energético eficiente y responsable en los hogares. Se requiere tener indicadores que capturen las diferencias en el uso de energía residencial, donde los electrodomésticos que los hogares poseen juegan un papel central. Con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares ediciones de 1984 al 2014, analizamos la posesión de aparatos electrodomésticos y proponemos el Índice Ponderado de Consumo de Electrodomésticos, indicador homologado en el tiempo

Sustainable consumption is part of the new development agenda; a central element is the promotion of efficient and responsible energy consumption by households. It is necessary to have indicators that capture the differences in the use of residential energy, where household appliances play a central role. With data from the National Survey of Household Income and Expenses (1984-2014), we analyzed the ownership of household electrical appliances and proposed the Weighted Index of Household Appliance Consumption (IPCE, by its Spanish acronym); an indicator homolo-

\* Universidad Nacional Autónoma de México, ana.escoto@politicas.unam.mx

\*\* El Colegio de México, lsanchez@colmex.mx



## Introducción

La sostenibilidad es parte de la agenda política de los países para avanzar en los indicadores de desarrollo. Más recientemente, los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) han planteado una serie de metas donde las condiciones ambientales son parte integral del desarrollo y de las políticas públicas (Sachs, 2012 y 2015; Sánchez Peña, 2015). En específico, el ODS 7 apunta a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, mientras que el 12 señala la necesidad de promover un consumo energético sostenible. La búsqueda de ambos implica cambios en múltiples ejes, desde las fuentes de energía y los sistemas de provisión hasta impulsar el uso más eficiente de la energía y la reducción del desperdicio (Bizikova *et al.*, 2015, p. 9). En este último aspecto, es necesario entender mejor los usos de energía en los hogares con el fin de identificar tanto deficiencias en el acceso a la energía como posibilidades para reducir su consumo. Indicadores que permitan evaluar la evolución histórica del consumo energético y compararlo entre grupos de hogares y entre países son indispensables para el diseño de políticas medioambientales.

Sin embargo, los datos para estudiar el consumo energético a nivel de los hogares son limitados. En México, como en la mayoría de los países de la región, hay pocas fuentes especializadas en el tema. Para subsanar esta carencia, desarrollamos la propuesta del Índice Ponderado de Consumo de Electrodomésticos (IPCE) como una aproximación al consumo eléctrico de los hogares dado el alto acceso a la electricidad en la región y su creciente demanda observada.

Tomando en cuenta los antecedentes teóricos sobre elementos que inciden en el consumo energético y su intensidad, el IPCE busca ser útil para identificar las diferencias en los niveles de consumo residencial en México y dar cuenta de su cambio en el tiempo. Esto constituye un primer paso para construir un indicador de prácticas de consumo y un indicio de los cambios en los estilos de vida de los habitantes del país. Presentamos a de-

talle su implementación con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH),<sup>1</sup> ediciones de 1984 al 2014 en México, pero también señalamos que la información utilizada con frecuencia se recopila de otras fuentes similares en América Latina y el resto del mundo, por lo que puede extenderse su uso a otras naciones.

El IPCE parte de dos ideas centrales: 1) busca construir un indicador que no solo recoja el número de bienes, sino que también aproxime los usos y funciones de los electrodomésticos, incorporando datos de fuentes secundarias; esta propuesta no obvia la necesidad de contar con información más detallada sobre la manera en que los hogares usan la energía de forma cotidiana, pero sugiere una alternativa en la ausencia de estos datos y 2) señala que la propiedad de aparatos electrodomésticos delinea perfiles de consumo de electricidad en tanto éstos moldean la capacidad para la conservación de energía de los hogares (Escoto Castillo & Sánchez Peña, 2017; Fischer, 2008). De hecho, las políticas de eficiencia energética necesitan atender mejor la diversidad en la demanda energética de la población en razón de su nivel socioeconómico, características demográficas y habitacionales, así como ubicación geográfica (Sánchez Peña y Escoto Castillo, 2018).

Hemos dividido el presente texto en cuatro grandes secciones: en la primera se muestra la literatura concerniente a la dotación de electrodomésticos, su clasificación y usos, así como la manera en que pueden estudiarse empleando la ENIGH para el caso mexicano. La segunda expone la propuesta de la construcción de un índice de consumo de electrodomésticos, mientras la tercera analiza los resultados del IPCE y su comparación con otras mediciones, así como su asociación con el consumo de electricidad residencial. El cuarto apartado presenta la discusión de estos elementos, haciendo una breve revisión sobre las potencialidades y limitaciones del índice propuesto.

<sup>1</sup> Del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

## Electrodomésticos, su importancia y usos

Existe consenso acerca de que las fuentes modernas de energía son necesarias para el desarrollo social y económico de los países y que la falta de acceso a éstas son un buen indicador de la pobreza (Birol, 2007; Pachauri & Spreng, 2004 y 2011). En el contexto de la implementación de políticas orientadas al desarrollo y combate a la pobreza, la electricidad —fuente moderna de energía— ha aumentado su penetración en las últimas décadas en el mundo y es casi universal en Latinoamérica. Destacan naciones como Costa Rica, México y Chile, que han tenido una trayectoria más rápida que el resto de la región, pues ya para el inicio de la década de los 90 más de nueve de cada 10 personas tenía acceso a ella (World Bank, 2017). Aunque estos países tienen niveles de penetración de electricidad parecidos, mantienen fuentes en su generación distintas y, por lo tanto, diferentes implicaciones ambientales: alrededor de 90% de la electricidad de Costa Rica proviene de fuentes limpias (hidroeléctrica, renovables y nuclear); para el caso chileno, este porcentaje desciende a 40; y en México es de solo 20% (World Bank, 2017). Al mismo tiempo, su amplia penetración ha llevado consigo un mayor uso. El consumo per cápita ha aumentado, en especial en las economías emergentes que, como las latinoamericanas, han consolidado el acceso eléctrico, lo que explica su creciente demanda mundial, que se ha duplicado en dos décadas, de 9.2% en 1973 a 18% en el 2013, según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) (IEA, 2015).

Por lo anterior, es necesario aproximarnos a las prácticas de consumo eléctrico. Proponemos iniciar con el estudio de la dotación y uso de los electrodomésticos que permiten vincular los elementos físicos y conductuales del consumo. Estos aparatos tienen un componente *físico* —como lo mencionan Mansouri, Newborough & Probert (1996)— que proviene de una decisión pasada (la compra), pero también uno de *conducta* que se refiere al uso —medido en tiempo y frecuencia— que se les da. Este último no se encuentra en otro tipo de bienes

muebles o en las condiciones materiales de la vivienda. Esta dualidad los hace importantes de estudiar y analizar a la luz del consumo eléctrico que conllevan.

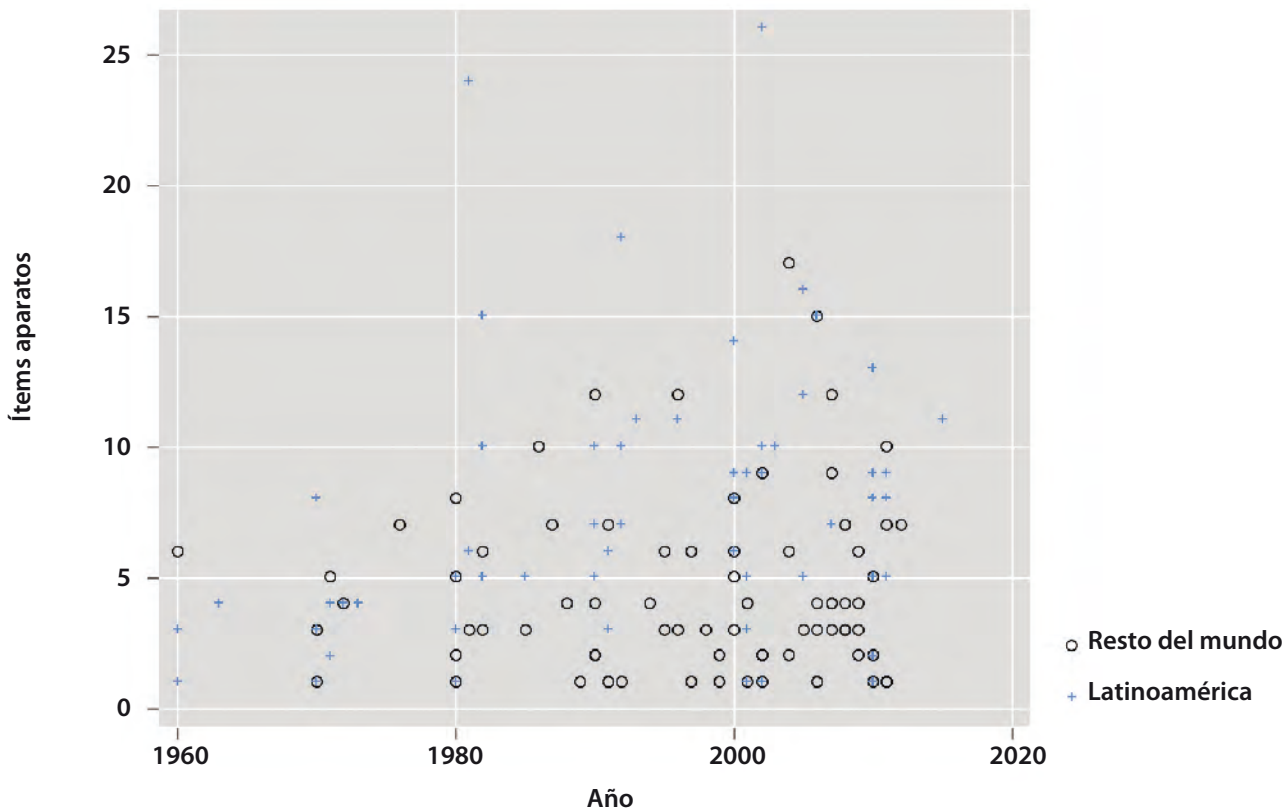
Para esta investigación, consideraremos un bien electrodoméstico como aquel aparato que desempeña una función mecánica o de transformación dentro del ámbito doméstico, concentrándonos en los que funcionan a través de la corriente eléctrica. La información disponible sobre estos bienes —cómo se estudian y por qué se han incorporado a algunas mediciones— no ha estado siempre promovida por el estudio del comportamiento energético; no obstante, existe un acervo histórico de datos sobre ellos que es útil para nuestro objetivo.

En primer lugar, los bienes del hogar —específicamente los electrodomésticos— constituyen también parte de sus acervos y han sido examinados como una porción en la definición del estrato socioeconómico, así como del monto de activos y condiciones de la vivienda. Es por ello que se presentan en distintas fuentes como los censos de población y vivienda y en las encuestas de hogares destinadas a medir tanto el bienestar como las condiciones de vida y las habitacionales. La gráfica 1 muestra cuántos ítems sobre electrodomésticos se han incorporado en 148 muestras de las 305 provenientes de los censos desde 1960, las cuales han sido recopiladas por el proyecto de Uso Público Integrado de Microdatos (IPUMS, por sus siglas en inglés) (Minnesota Population Center, 2017). Resalta la presencia de América Latina en este listado, donde países como Chile y México han registrado el uso de los equipos electrodomésticos de manera creciente a lo largo del tiempo en sus levantamientos censales.

Las encuestas en hogares también proveen información sobre los electrodomésticos, aunque las fuentes varían en los aparatos sobre los que se recaban datos y el detalle de los mismos (por ejemplo, número de dispositivos, año o modelo). Destacan los proyectos internacionales que permiten la comparabilidad entre países, como

Gráfica 1

## Número de ítems sobre electrodomésticos en los censos de población y vivienda, 1960-2015



Fuente: Minnesota Populación Center. *Uso Integrado de Microdatos Público*. 2017.

las Encuestas para Medir los Estándares de Vida (LSMS, por sus siglas en inglés) promovidas por el Banco Mundial (Grosh & Glewwe, 1995), así como las Encuestas Demográficas y de Salud, impulsadas por la Agencia de Ayuda de Estados Unidos de América (USAID, por sus siglas en inglés), aunque estas últimas no son tan exhaustivas como las primeras. También, las que se realizan a nivel nacional proveen datos sobre los electrodomésticos. Para la región latinoamericana, diferentes operativos en hogares muestran información sobre su presencia, por ejemplo, las encuestas Multipropósito 2014 de Colombia, Nicaragüense de Demografía y Salud 2011 y Permanente de Hogares 2017 de Paraguay. Algunos sondeos detallan la cantidad de cada electrodoméstico, como la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2015 de El Salvador, la Nacional de Hogares 2017 de Costa Rica y la Continua de Hogares 2017 de Uruguay. En tanto, otros ejercicios de recolección especifican

el modelo o año de compra, como la Encuesta de Condiciones de Vida 2014 de Guatemala y la ENIGH 2010 en adelante de México. En este sentido, nuestro país figura como uno donde la penetración de la electricidad es casi global, el consumo eléctrico tiene mayores implicaciones ambientales por el origen de la energía eléctrica y, además, tiene información disponible y de manera histórica sobre el uso de electrodomésticos, lo cual es propicio para la presente propuesta de análisis.<sup>2</sup>

En un segundo grupo de estudios, la información del equipamiento del hogar ha sido incorporada directa o indirectamente a las mediciones de la pobreza en México. De esta manera, se incluye el

<sup>2</sup> La estabilidad en el registro de los electrodomésticos en México está relacionada, también, con el hecho de que algunos de estos bienes emplean la definición de estratos socioeconómicos de las unidades primarias de muestreo usadas para el levantamiento de encuestas en hogares.

acceso a energía eléctrica y a las comunicaciones como una de las necesidades básicas, mientras que el Consejo Nacional de Evaluación de la Política Nacional de Desarrollo (CONEVAL) ha planteado el equipamiento del hogar como una de las medidas complementarias para esta medición multivariada<sup>3</sup> (Boltvinik, 2012; CONEVAL, 2010; Freyermuth, Belismelis, Licona y Hernández, 2011). Otro conjunto de trabajos analiza los electrodomésticos desde una perspectiva histórica, pues han formado parte de la mecanización del trabajo doméstico. En este sentido, estos aparatos son analizados como factor que incide en el uso del tiempo al interior del hogar, contribuyendo a reducir la carga doméstica, facilitando la participación laboral femenina y la reducción de la pobreza de tiempo (Coen-Pirani, León & Lugauer, 2010; Damián, 2005; Greenwood, Seshadri & Yorukoglu, 2005; Hardymont, 1988).

Sin negar la importancia de su estudio en esos ámbitos, es notoria la poca atención que han recibido los electrodomésticos para examinar el consumo energético de los hogares en América Latina (Jones, Fuertes & Lomas, 2015). En el caso particular mexicano, tienen implicaciones ambientales con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues la generación de electricidad representa una quinta parte de ellas (INECC, 2013). Además, otras fuentes generadoras de emisiones de efecto invernadero (como la leña y el carbón) han disminuido su participación en el consumo energético de los hogares, mientras que el acceso a la electricidad se ha generalizado en México conforme se ha transitado de servicios energéticos no modernos a modernos (Pachauri & Spreng, 2011; Sovacool, 2011). En este contexto, es importante cuestionarnos sobre las implicaciones medioambientales de la adquisición y uso de los electrodomésticos, así como su papel en la búsqueda del desarrollo sustentable.

En México, se ha analizado la tenencia de electrodomésticos en relación con las estimaciones nacionales de los balances de energía, así como la determinación de los posibles cambios en la de-

manda energética ante las políticas de eficiencia energética (Martínez-Montejo & Sheinbaum-Pardo, 2016; Rosas, Sheinbaum & Morillon, 2010; Rosas-Flores, Rosas-Flores & Gálvez, 2011; Sheinbaum & Dutt, 1996). No obstante, éstos no buscan examinar los determinantes del consumo a nivel hogar, lo cual es necesario para avanzar en la promoción de prácticas de reducción de la demanda energética, así como de mejoras en la eficiencia en su uso. Los hogares no solo inciden en el uso de electricidad —directa e indirectamente a través de los bienes y servicios que demandan— sino que también son espacios para la conformación de expectativas y consensos sobre las políticas energéticas a favorecerse (Sánchez, 2016), de ahí que es central entender cómo usan la energía.

### **Tipos y clasificaciones de los electrodomésticos**

Estos aparatos pueden estudiarse por su finalidad, frecuencia e intensidad de uso. En el caso mexicano (como en otros países) hay información limitada sobre esto en las encuestas, pese a que son centrales para entender impactos ambientales y políticas energéticas para los hogares.<sup>4</sup> Para subsanar el problema, en este trabajo proponemos un índice que utilice la información de dotación de electrodomésticos y emplee datos de fuentes secundarias sobre demanda energética en virtud de los fines para los que son utilizados.

Los electrodomésticos se pueden clasificar por sus condiciones físicas y uso o por combinación de ambas. La clasificación más utilizada es la de los almacenes que los venden (*gamas*), ordenada por colores, que refieren al tamaño y a la movilidad. En este sentido, la *línea blanca* necesita instalación para su uso o no se puede mover muy fácil dentro de la vivienda;<sup>5</sup> el resto es considerado como pequeños electrodomésticos. En fecha reciente, con

<sup>3</sup> En específico, el indicador sería *Porcentaje de hogares que no cuentan con televisión, refrigerador, lavadora ni estufa de gas o eléctrica*.

<sup>4</sup> Recientemente, en noviembre del 2018, el INEGI publicó la Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI), primer instrumento especializado en consumo de energéticos residencial en México.

<sup>5</sup> Por ejemplo, los refrigeradores no necesitan una instalación especial, pero no son fácilmente movibles y, por lo tanto, son aparatos electrodomésticos grandes.



el desarrollo de la tecnología, se hacen dos distinciones dentro de éstos: la *línea café* o de entretenimiento y los *pequeños aparatos electrodomésticos* (PAE). Estas gamas también estarían definiendo diferentes consumos por parte de los hogares y una diferencia en su uso (De-Juan-Vigaray y Vadell, 2007). Este ordenamiento empírico distingue en forma parcial a los electrodomésticos según su función y su carga eléctrica. Otros autores prefieren clasificarlos por su uso más común (Rosas *et al.*, 2010; Rosas-Flores & Gálvez, 2010; Rosas-Flores *et al.*, 2011) o bien, distinguirlos por su utilización, diferenciando a los usuarios únicos de los multiusuarios, es decir, quienes poseen más de un bien del mismo tipo en la unidad doméstica (Mansouri *et al.*, 1996).

No obstante, clasificaciones más adecuadas para capturar el consumo energético provienen de los estudios ingenieriles (*building stock models*) que reconstruyen desde abajo hacia arriba (*bottom-up*) la demanda energética de los hogares, en específico cuando se enfocan en el consumo eléctrico.<sup>6</sup> Desde esta perspectiva, los electrodomésticos se distinguen por la generación, el tipo y la constancia del consumo eléctrico. Si bien no existe una forma de agrupación única, hay coincidencias importantes en los ordenamientos que diversos autores utilizan. Por un lado, algunos esfuerzos los clasifican en función de su interacción con el consumidor y la continuidad de su encendido (Firth, Lomas, Wright & Wall, 2008); esta clasificación, sin embargo, es muy demandante en información, pues la mayoría de las encuestas en hogares no incluye datos sobre las formas de uso de electricidad de los aparatos.<sup>7</sup> Por su parte, otros autores proponen una basada en los *usos finales* y, por lo tanto, en el consumo eléctrico esperado de los aparatos. Widén & Wäckelgård (2010) señalan nueve usos: *electrodomésticos de enfriamiento, iluminación, para cocinar, lavar platos, lavar ropa, TV, computadora, estéreo y adicionales*. La versión de Yao y Steemers (2005)

propone un número menor de categorías, pero con la misma lógica de incluir los usos finales de los aparatos; además, estos autores retoman la lógica de comercialización de las gamas de electrodomésticos, lo cual la hace coincidir con muchas baterías de preguntas de las encuestas en hogares; para ellos, existen cinco clases: a) electrodomésticos de entretenimiento, b) para estabilizar la temperatura o enfriamiento, c) para cocinar, d) para lavar y e) una categoría miscelánea. Este trabajo retoma la clasificación de aparatos propuesta por Yao y Steemers por ser más parsimoniosa y puede ser fácilmente trasladada a la información histórica sobre equipamiento para México.

### El caso mexicano desde la ENIGH

La información sobre consumo de energía es limitada. Con la publicación de los resultados de la ENCEVI se dieron a conocer datos acerca del consumo de energía en viviendas particulares, el equipamiento y las prácticas de manejo y ahorro de la energía. Esta encuesta es similar a las realizadas en otros países y ofrece posibilidades de adentrarse en cuánta energía usan los hogares y sobre sus prácticas de ahorro. Sin embargo, solo se cuenta con la edición 2018 y se desconoce si se repetirá en el futuro, lo que limita analizar la evolución en el tiempo del consumo de energéticos. Además, la ENCEVI ofrece una caracterización limitada del perfil sociodemográfico de los hogares, por lo que puede decirse poco acerca de los determinantes de dicho consumo. En México también se cuenta con el Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA) de la Encuesta Nacional de Hogares (ENH) del 2015 y 2017 también desarrollada por el INEGI, cuyo objetivo es conocer las prácticas o hábitos de los hogares relacionados con diversos aspectos del medio ambiente, incluyendo el manejo de residuos, así como el consumo y ahorro del agua y la energía (INEGI, 2016). El MOHOMA representa un avance en la indagación de las prácticas de consumo energético, sin embargo, no permite tener un panorama histórico por su reciente desarrollo y las preguntas incluidas no detallan lo suficiente para estimar el uso de los electrodomésticos.

6 Para una revisión más profunda de este tipo de modelos, también se pueden consultar las revisiones elaboradas por Kavgić *et al.* (2010) y Swan & Ugursal (2009).

7 No obstante, el tiempo en espera de los aparatos ha sido sujeto de investigación para las políticas públicas en el extranjero y ya ha sido legislado recientemente en México (Brown, 2001; de Almeida, Fonseca, Schlomann & Feilberg, 2011; Norma Oficial Mexicana NOM-032-ENER-2013, *Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. Métodos de prueba y etiquetado*, 2014).

En México hay una gran cantidad de fuentes que incorporan información sobre la dotación de electrodomésticos, aunque se recoge de manera distinta entre ellas. La ENIGH es en particular útil por su amplia cobertura temporal, la extensión de los bienes encuestados y la posibilidad de vincular dichos bienes con el consumo energético de los hogares, así como un amplio número de variables sociodemográficas. No obstante, su mayor limitación es que no incluye la frecuencia de uso de los electrodomésticos;<sup>8</sup> además, le falta información histórica sobre modelos o la antigüedad para poder estimar mejor el consumo energético según la tecnología empleada,<sup>9</sup> que permitiría evaluar mejor la eficiencia energética de los aparatos, complementándola con fuentes adicionales, como las estimaciones de demanda energética de bienes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2014).

### **Los electrodomésticos como predictores del consumo y las prácticas en México**

Extensos estudios a nivel mundial plantean el vínculo entre electrodomésticos y consumo eléctrico como estadísticamente significativo (Jones *et al.*, 2015). En México, algunos análisis han integrado un promedio de consumo estándar de los electrodomésticos a partir de un índice de saturación; éste es calculado como el número de aparatos más utilizados entre la cantidad de hogares. Esa medida se multiplica con una unidad promedio de consumo energético de los principales aparatos para obtener el consumo total de los hogares. Si bien esta cifra puede ser calculada por grupos poblacionales, es frecuente que el consumo sea asumido como constante a través de los grupos y, con frecuencia, también en el tiempo ante la falta de información del consumo energético específico (Rosas *et al.*, 2010; Rosas-Flores & Gálvez, 2010; Rosas-Flores *et al.*, 2011; Sheinbaum & Dutt, 1996). Por ende, si-

8 Algunos estudios sugieren que, además de la dotación y uso de electrodomésticos, se requiere información detallada sobre las prácticas y los estilos de vida de los miembros de los hogares (Sanquist, Orr, Shui & Bittner, 2012), así como de sus implicaciones para el consumo indirecto de energía (Bedir, Hasselaar & Itard, 2013).

9 Como ya se mencionó, en el 2010, el año de la compra o antigüedad del aparato fue introducido en la ENIGH.

guiendo esta metodología no se pueden establecer los cambios en los modos de vida y prácticas de los ciudadanos en México, pues son elementos endógenos al esquema del análisis.

La propuesta del índice establecerá que el equipamiento puede ser examinado en relación con otras características para evaluar las implicaciones ambientales del consumo eléctrico a nivel de hogar. Así, se podrían estudiar los otros determinantes de las prácticas de consumo, como la estructura familiar, información sobre los ocupantes dentro del hogar, el ingreso del hogar y la ubicación geográfica. Además, proponemos una homologación histórica de los bienes electrodomésticos que posibilita comparar en el tiempo su posesión y la demanda energética asociada. Ello hace posible tomar en cuenta efectos de periodo, como los de una crisis económica o la adopción de nuevas normativas y los cambios en las políticas de eficiencia energética.

### **Metodología: la construcción del IPCE, propuesta con base en la ENIGH**

Si se busca entender cómo ha cambiado el consumo de electrodomésticos y cuáles son las implicaciones medioambientales del consumo eléctrico, se requiere construir una medida que solvete al menos dos problemas: a) cómo capturar su impacto sobre la demanda de energía cuando no se tiene información sobre frecuencia e intensidad del uso y b) su comparabilidad en el tiempo. En este artículo construimos un índice a partir de la información disponible de la ENIGH. En esta construcción, la clasificación y ponderación de los tipos de electrodomésticos da cuenta de las diversas demandas energéticas de ellos y, además, se ha llevado a cabo un proceso de armonización que permite examinar tendencias de cambio en el tiempo.

La clasificación de Yao y Steemers (2005) funciona de mejor manera para el caso mexicano al permitir una categorización que recupera las diferencias en la demanda energética de los elec-



trodomésticos, pero sin que ésta requiera información detallada sobre ellos. El cuadro 1 muestra esta clasificación con la información disponible de la ENIGH en el periodo de 1992 al 2014 para 14 aparatos que se pueden seguir a lo largo del tiempo, los cuales fueron agrupados según su uso funcional que implica prácticas y consumos distintos.<sup>10</sup>

Desde 1984 ha habido cambios metodológicos en la ENIGH, así como otros propios de las transformaciones históricas del uso y desarrollo de los electrodomésticos, aunque siempre ha considerado su cantidad en el hogar. A lo largo de los años no se han preguntado los mismos elementos ni de una manera homogénea. En los primeros levantamientos, la sección de aparatos del hogar se combinaba con otros elementos físicos del mismo, como la bomba de agua, el sistema de calefacción y otra infraestructura. En general, el cuestionario no distingue específicamente su fuente de energía, como es el caso de la estufa en algunos años, o si la máquina de coser es manual, lo cual afectaría sobre todo en las observaciones de mayor antigüedad. En la gráfica 2 se muestra el número de reactivos o aparatos que ha incluido la encuesta a lo largo de los años, según los grupos definidos en Yao y

Steeemers (2005) y ejemplificada con anterioridad en el cuadro 1. Se observa que existen dos categorías que se fueron ampliando desde 1984 hasta el 2006 (*entretenimiento y miscelánea*); a partir del 2008 hubo un recorte en los reactivos que afectaron a todas las categorías, menos a *lavar*, el cual no ha tenido cambios en el tiempo.

El que se haya cambiado el listado de electrodomésticos que la ENIGH captura cada año tiene una repercusión directa en los promedios de las dotaciones de los hogares, tal como se observa en la gráfica 3. Esto se aprecia sobre todo en el crecimiento importante en los promedios de dotación en los años en que se incrementaron los reactivos asociados con los electrodomésticos (2002-2006) y con su contracción en los años posteriores. La gráfica evidencia que el cambio en la posesión de electrodomésticos no puede distinguirse de la modificación en el instrumento si se emplean los conteos *crudos* que arroja la ENIGH. En contraste, la propuesta aquí desarrollada incluye una clasificación de los aparatos que refleja su uso energético, misma que parte de una homologación de los dispositivos a considerar.

En el proceso de armonización entre encuestas hay dos tipos de cambio que deben tomarse en cuenta: tecnológicos y metodológicos. Los primeros son, por ejemplo, el ítem de antena parabólica que

<sup>10</sup> En esta clasificación también se incluyen electrodomésticos para cocinar: estufas eléctricas y hornos. Éstos no pueden ser rastreados a lo largo del tiempo para el caso mexicano

Cuadro 1

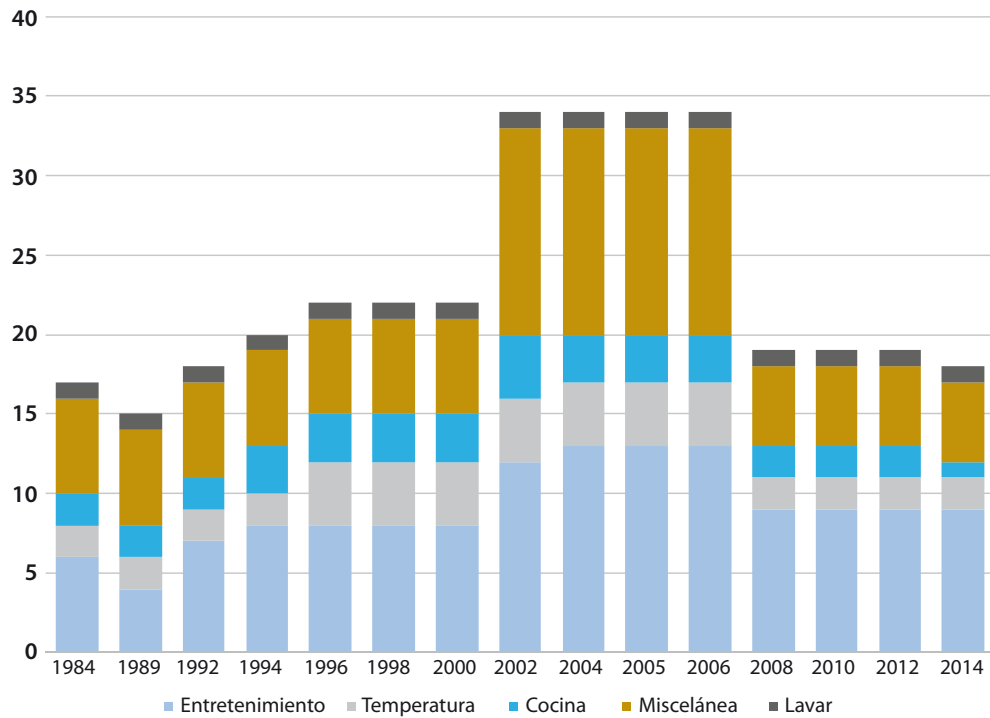
### Clasificación de los electrodomésticos constantes en la ENIGH 1992-2002

Electrodomésticos electrónicos de entretenimiento	Electrodomésticos para estabilizar temperatura	Electrodomésticos para lavar	Electrodomésticos misceláneos
• Radio	• Refrigeradores	• Lavadora	• Máquina de coser
• Radiograbadora	• Ventiladores		• Licuadora
• Consola, estéreo			• Plancha
• Televisión			• Aspiradora
• Reproductor de películas (VCR o DVD)			
• Videojuegos			
• Computadoras			

Fuente: elaboración propia siguiendo a Yao y Steemers (2005).

Gráfica 2

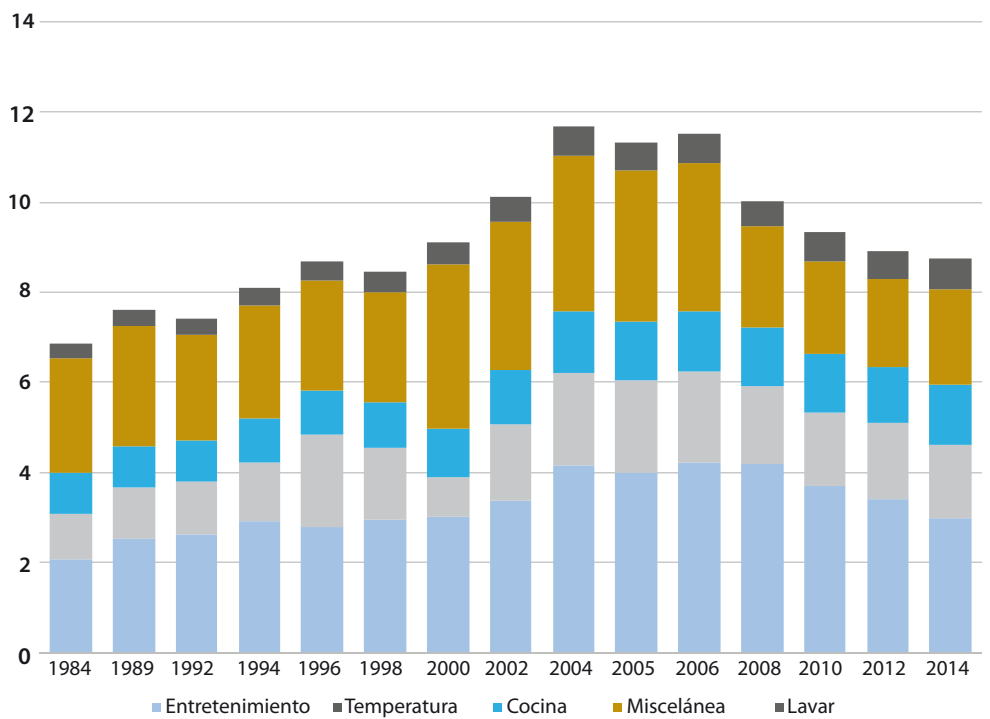
### Reactivos en la ENIGH según tipo de electrodomésticos, México, 1984-2014



Fuente: elaboración propia con información de la ENIGH, 1984-2014

Gráfica 3

### Promedio de aparatos en el hogar según tipo de electrodoméstico, México, 1984-2014



Fuente: elaboración propia con información de la ENIGH, 1984-2014.

se incluía en las décadas de los 80 y 90 desapareció por completo en la de los 2000, por su evidente desuso. Por otro lado, hay modificaciones por las nuevas tecnologías: en 1984 y 1989 no se preguntaba por la presencia de videojuegos, computadoras y reproductores de video o películas; bien podría aducirse que su penetración en el mercado se dio más tarde, a partir de la década de los 90; incluso, la presencia de videojuegos y computadoras en 1992 era bastante residual (menos de 2% en los hogares), aunque la de reproductores de películas alcanzaba alrededor de 30% de los hogares.<sup>11</sup> Del mismo modo, desde 1994, se puede seguir la información del horno de microondas y desde el 2002, la de impresoras y horno tostador. En

algunos casos, como se observa en el cuadro 2, se consolidaron categorías, o bien, se tomó en cuenta la evolución de la tecnología (por ejemplo, el reproductor de VHS se transformó en DVD, consola en minicomponente, etcétera). De esta manera, se puede dar una continuidad según los fines últimos de uso.

Por otro lado, los cambios metodológicos apuntan a modificaciones en el diseño y conceptualización de la fuente. Una transformación notoria fue la disminución de reactivos en la información sobre electrodomésticos que la ENIGH recolecta. Implementado desde el 2008, este cambio no responde a evoluciones tecnológicas sino a decisiones metodológicas en torno a cómo medir la dotación y bienestar de los hogares. En términos del análisis energético, estas decisiones no son menores.

<sup>11</sup> En este sentido, se habla de una homologación parcial desde 1984 si se considera la poca penetración de estas tecnologías de entretenimiento y una plena desde 1992.

Cuadro 2

### Reactivos en la ENIGH y su seguimiento en el tiempo, México, ediciones de 1984 al 2014

Tipo de aparato	Ítems en la encuesta	Desde	Clasificación
Radio	Radios	1984	Entretenimiento
Música (de menos movilidad)	Estéreos, consolas, modulares, minicomponentes	1984	Entretenimiento
Radiograbadora (movible)	Radiograbadoras (con o sin CD)	1984	Entretenimiento
TV	Televisiones (blanco y negro o color), pantallas	1984	Entretenimiento
Ventiladores	Ventiladores	1984	Temperatura
Máquinas de coser	Máquinas de coser	1984	Miscelánea
Estufa <sup>a</sup>	Estufas de gas Estufas de otro combustible Estufa de gas o eléctrica	1984	Cocina
Refrigerador	Refrigerador	1984	Temperatura
Licadoras	Licadora	1984	Miscelánea
Plancha	Plancha	1984	Miscelánea
Lavadora	Lavadora, lavadora automática	1984	Lavar
Aspiradora	Aspiradora	1984	Miscelánea
Videograbadoras y/o DVD	Videocasetera, DVD	1992	Entretenimiento
Consolas videojuegos	Videojuegos	1992	Entretenimiento
Computadoras	Computadoras	1992	Entretenimiento
Horno de microondas	Horno de microondas	1994	Cocina
Tostador	Tostador	2002	Cocina
Impresora	Impresora	2002	Entretenimiento

<sup>a</sup> Este ítem no fue incluido en los análisis posteriores, porque su principal fuente de energía es el gas y no la electricidad.

Fuente: elaboración propia con información de la ENIGH, 1984-2014.

Se aprecia que desde el 2008 se dejó de preguntar por aires acondicionados y sistemas de calefacción (ver cuadro 3); si bien solo un pequeño porcentaje de hogares declaraba contar con éstos en el 2006, su impacto en la demanda energética fue alto.<sup>12</sup> En este sentido, la construcción de un índice de electrodomésticos homologado sacrifica información

importante disponible en algunos años, en aras de la comparabilidad en el tiempo. En las secciones sucesivas de ejemplificación de la propuesta hemos utilizado la homologación desde 1992, donde creemos que tenemos datos históricos extensos y una comparabilidad sustantiva. Considerando las dificultades señaladas de forma previa, en la información de la ENIGH existen 15 aparatos que se pueden seguir a lo largo del tiempo, de los cuales 14 son electrodomésticos.

A partir de estos procedimientos de homologación y clasificación de electrodomésticos, en el siguiente apartado se analizan algunos ejemplos de índices y su relación con el consumo energético.

12 Algunos elementos específicos a considerar: 1) no hay comparabilidad en el tiempo del indicador de aire acondicionado o *cooler* por variaciones en el cuestionario; 2) en México, la cocina utiliza sobre todo gas; incluso, ésta fue registrada desde 1984 hasta el 2002 como *estufa de gas* o *estufa de otros combustibles*; fue en el 2004 cuando se especificó como *estufa de gas* o *eléctrica* y el registro de estufas de otros combustibles desapareció; la participación de estufas de otros combustibles desde 1992 es marginal, menos de 1% de la muestra; y 3) una nota en los documentos metodológicos de la ENIGH señala que la captación de las lavadoras no puede ser comparada en el 2008 con la serie histórica anterior ni con la posterior.

Cuadro 3

Continúa

### Equipamiento en los ítems en la ENIGH, México, ediciones de 1984 al 2014

Aparato	1984	1989	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2006	2008	2010	2012	2014
Aire acondicionado o cooler					1	1	1	1	1	1	1				
Abrelatas								1	1	1	1				
Antena parabólica			1	1	1	1	1	1							
Aparato calefactor (no sistema)					1	1	1	1	1	1	1				
Aspiradora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Batidora								1	1	1	1				
Cafetera								1	1	1	1				
Computadora			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Consola o modular	1														
DVD								1	1	1	1	1	1	1	1
Escáner, quemador, módem y otros								1	1	1	1				
Estéreo, modular, minicomponente o consola										1	1				

## Equipamiento en los ítems en la ENIGH, México, ediciones de 1984 al 2014

Aparato	1984	1989	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2006	2008	2010	2012	2014
Estéreo, modular o consola								1							
Estéreo, modular, minicomponente o consola									1						
Estéreo, modular, minicomponente												1	1	1	1
Estufa de gas	1	1	1	1	1	1	1	1							
Estufa de gas o eléctrica									1	1	1	1	1	1	1
Estufa de otro combustible	1	1	1	1	1	1	1	1							
Exprimidor de jugos								1	1	1	1				
Grabadora	1	1	1	1	1	1	1	1							
Horno eléctrico								1	1	1	1				
Impresora								1	1	1	1	1	1	1	1
Lavadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Lavadora automática												1	1	1	1
Licuadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Máquina de coser	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Microondas				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molino de mano	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Otros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Plancha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Radio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Radiograbadora												1	1	1	1
Radiograbadora con reproductor de CD									1	1	1				
Radiograbadora sin reproductor de CD									1	1	1				
Refrigerador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reproductor de CD				1	1	1	1	1	1	1	1				
Sandwichera								1	1	1	1				
Tocadiscos	1														
Tocadiscos, consola o modular		1	1	1	1	1	1								

### Equipamiento en los ítems en la ENIGH, México, ediciones de 1984 al 2014

Aparato	1984	1989	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2006	2008	2010	2012	2014
Tostador								1	1	1	1	1	1	1	1
TV		1	1	1	1	1	1					1	1	1	1
TV B/N	1							1	1	1	1				
TV color	1							1	1	1	1				
Ventilador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Videocasetera			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Videojuegos			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia con información de la ENIGH, 1984-2014.

## Resultados

### Indicadores de electrodomésticos

Esta sección revisa cuatro formas de analizar el consumo de éstos: 1) un conteo crudo de los aparatos, 2) un índice sumatorio simple homologado, 3) un índice construido a partir del análisis por componentes principales y 4) el IPCE.

El índice sumatorio simple totaliza los electrodomésticos de la canasta homologada.<sup>13</sup> Este tipo de índices se ha utilizado en algunos estudios como un determinante más del consumo eléctrico, con un efecto estadísticamente significativo (Jones *et al.*, 2015, p. 912). En la gráfica 4, podemos ver la diferencia entre la dotación que provee un índice homologado y el presentado en la gráfica 3. Solo en 1992 y en el 2008 las diferencias entre ambos no son estadísticamente significativas, pero para el resto de los años optar por uno u otro cambia de forma notoria lo que se señale sobre el consumo de los hogares: si bien el índice simple homologado subestima el consumo total de electrodomésticos, el análisis del cambio en el tiempo es más confiable, pues no refleja los cambios metodológicos y tecnológicos discutidos de manera previa.

<sup>13</sup> Para los siguientes ejercicios, ocuparemos la homologación que deviene desde 1992, ver cuadro 2.

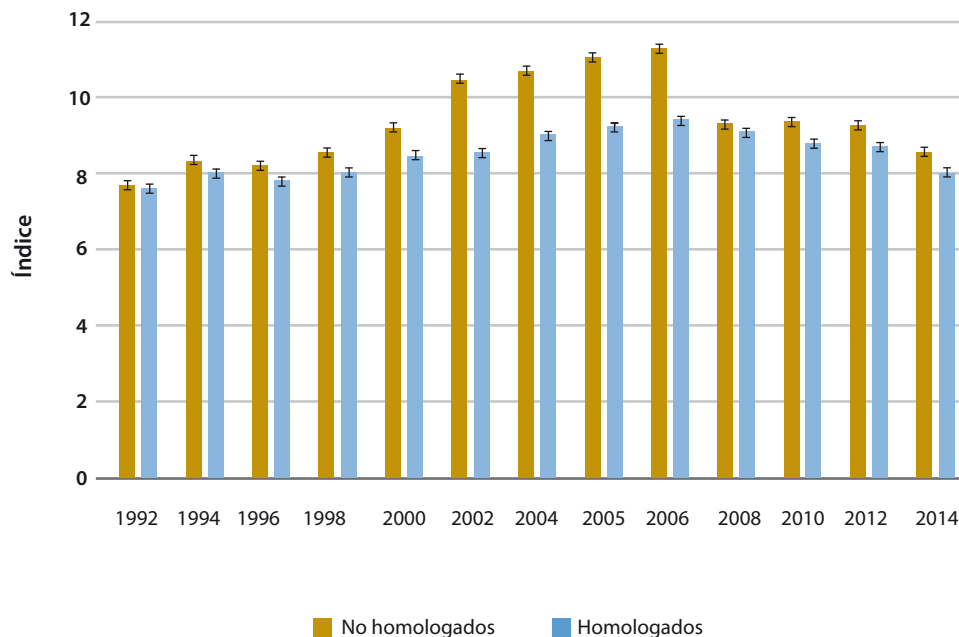
Sin embargo, este índice meramente aditivo no da cuenta de la diferenciación en los usos y demanda energética de los aparatos. Las clasificaciones de los electrodomésticos responden a la necesidad de entender sus usos, niveles de penetración o saturación de los mismos, así como distintos comportamientos a través de los grupos poblacionales; esto es útil en especial para establecer procesos de difusión de prácticas de consumo. Por ejemplo, si la clasificación propuesta se examina a través de quintiles de ingreso, muestra cómo los electrodomésticos de mayor consumo (*lavar y temperatura*) están menos presentes en los deciles más bajos, mientras que los de entretenimiento son los que tienen más presencia a lo largo de los estratos de ingreso.

Requerimos un indicador que dé cuenta de las diferencias en términos de la demanda energética esperada de los electrodomésticos. Una estrategia común en la construcción de índices para reducir la multidimensionalidad es un proceso a través de la estimación de componentes principales o un modelo factorial. Estas técnicas se basan en las varianzas de las variables que se estudian dentro de una población; de este modo, estarían muy cercanas a estimar la penetración de los electrodomésticos y sopesaría aún más, aquellos que son más comunes entre sí. Se estimó un índice por componentes principales utilizando la clasificación previa en usos, el cual explica 74% de la varianza de las do-



### Promedio de electrodomésticos en el hogar, México, 1992-2014

(intervalos de confianza a 95%)



Fuente: elaboración propia con información de la ENIGH, 1992-2014.

taciones de electrodomésticos.<sup>14</sup> Este método no da cuenta de las variaciones de consumo eléctrico, sino de las variaciones dentro de la población, pues sopesa por las categorías más frecuentes porque son las que comparten mayor varianza conjunta; por ejemplo, se asignan mayores pesos a los electrodomésticos de entretenimiento que no son necesariamente los más demandantes de energía, pero sí los que han aumentado su saturación. Sin duda, si se trata de medir la penetración de los aparatos, este tipo de índices funciona, pero no así para el consumo energético.

Otra alternativa —y la que este texto considera como la más adecuada— es recuperar las clasificaciones de electrodomésticos revisadas en tanto proveen información sobre la demanda energética esperada, pues cada grupo hace referencias a usos, frecuencias y prácticas distintas. En este sentido, Yao y Steemers (2005) señalan que los usos más intensivos en consumo eléctrico refieren a los utiliza-

dos para enfriar (*temperatura*) y lavar, mientras que los dedicados al entretenimiento y los misceláneos representan menos del consumo total. Este patrón de distinción entre los electrodomésticos coincide con la información recogida por la CFE (2014) para el consumo en México.

Como ya se mencionó, la ENIGH no proporciona datos sobre el modelo o antigüedad de los aparatos sino hasta fecha muy reciente (2010), por lo que no es posible estimar con precisión la demanda eléctrica de los aparatos y es difícil vincular la información específica proporcionada por la CFE (2014). Sin embargo, tenemos alguna información disponible sobre la demanda eléctrica de ellos a través de la clasificación y sus elementos físicos y de fines de uso de los aparatos. Por lo anterior, planteamos una ponderación alejada de los tradicionales métodos multivariados basados en la varianza. Nuestra propuesta consiste en que se deben crear índices ponderados, a manera de una variable *proxy*, a partir de sopesar más las categorías o clases de aparatos que demandan un mayor

<sup>14</sup> Estimado a partir de la matriz de covarianza, con índice KMO de 0.93.

consumo por sus cualidades físicas y de uso finales. Se construye el IPCE con base en la demanda esperada:

$$IPCE = w_1clase_1 + w_2clase_2 + \dots + w_nclase_n \quad (1)$$

donde:

$w_i$  refiere a los pesos de cada clase.  
 $clase_i$  a las clases que se pueden establecer en la dotación de electrodomésticos.  
 $i$ , de 1 a  $n$ , número de clases.

En la medida en que se adapte la información disponible con clasificaciones más precisas sobre las cargas eléctricas que demandan los aparatos, el índice se puede ir ampliando en términos del número de clases e, incluso, estableciendo subclases. En este caso, hemos utilizado una clasificación de cuatro clases ( $n = 4$ ), para el caso mexicano:

$$IPCE = w_1entretenimiento + w_2temperatura + w_3lavar + w_4misc \quad (2)$$

Los pesos pueden incluir información sobre la carga o demanda eléctrica y ello puede permitir recolectar mejor el consumo eléctrico. La manera en que éstos se calculen puede ir siendo más exacta en la medida que los datos disponibles lo sean, es decir, pueden estimarse de forma más precisa cuando se cuente con información acerca del año o modelo de los aparatos. Para ejemplificar la propuesta, se asumió la igualdad entre las categorías de más consumo; en esta clasificación serían *temperatura* y *lavar* y las de menor, *miscelánea* y *entretenimiento*, pero sabiendo que las de mayor gasto deben tener más peso, por lo tanto, se estimó el promedio ponderado con el conjunto de ponderaciones que se muestra en la ecuación 3, asumiendo que la suma de todos los pesos es 1. Por lo cual, la ecuación 2 se reescribe, tomando una de las combinaciones posibles de ponderaciones que cumple con las condiciones que provienen del

conocimiento del funcionamiento de los electrodomésticos según sus clases:

$$IPCE = 0.2entretenimiento + 0.3temperatura + 0.3lavar + 0.2misc \quad (3)$$

Esto nos permitiría una mejor aproximación a las implicaciones ambientales de los electrodomésticos que un índice simple que solo sume el número de aparatos por hogar, o bien, uno multivariado sopesado por la penetración de los electrodomésticos.

En este ejercicio se plantea una ponderación igual para todos los hogares y fija en el tiempo, pero podrían proponerse otras estimaciones, por ejemplo, podría variar a lo largo de diferentes dimensiones dentro del análisis, o bien, ajustarse los pesos para reflejar los cambios en la eficiencia energética de los electrodomésticos o en variaciones climáticas que incidan sobre la demanda.

### **Ilustración de la relación entre electrodomésticos y consumo**

En este apartado ahondaremos en la asociación del índice con el consumo eléctrico del hogar. Este último se calculó de manera exógena a los electrodomésticos, derivado a partir del gasto energético reportado.<sup>15</sup> Esta comparación también es relevante, no solo por el objetivo de analizar las consecuencias ambientales del consumo, sino también para la comparación más clara de los índices, pues al mantener distintas escalas, éstos no pueden ser estrictamente comparables si no es en relación con otro elemento. La gráfica 5 muestra la evolución de la correlación de Pearson de los cuatro indicadores y el consumo eléctrico. Cualquiera de sus formas

<sup>15</sup> Para estimar éste, se transformó el gasto monetario en electricidad a su poder calórico (expresado en gigajoules), dividiendo el gasto entre el precio de uso residencial de electricidad de cada año. Estas unidades monetarias fueron transformadas a kilowatt-hora (KWh), que luego se estandarizaron a gigajoules. Cabe señalar que, desde el 2010, la forma de recolección del gasto en electricidad fue modificado en la Encuesta, pues hoy se lleva a cabo mediante la consulta de recibos; esto se refleja en una reducción del consumo eléctrico para todos los grupos en dicho año, lo cual afecta la comparabilidad en el tiempo de los niveles promedio de consumo eléctrico.

presenta una correlación positiva y relativamente alta del consumo eléctrico del hogar. Esta relación disminuye de forma notable en las últimas dos observaciones, para todos los indicadores.<sup>16</sup>

Los resultados para el total de electrodomésticos sin homologar mantienen más altas correlaciones que el resto, pero esta relación también aumenta en los años donde metodológicamente se amplió la canasta de equipamiento en la Encuesta, lo cual pone en duda la comparabilidad de esta relación a lo largo del tiempo; para estudios intertemporales, este indicador no sería el más idóneo. El índice sumatorio homologado y el ponderado mantienen un comportamiento similar; éste mantiene una correlación ligeramente más alta. Al introducir la información disponible sobre las cargas eléctricas, mejora la capacidad predictiva, lo cual podría in-

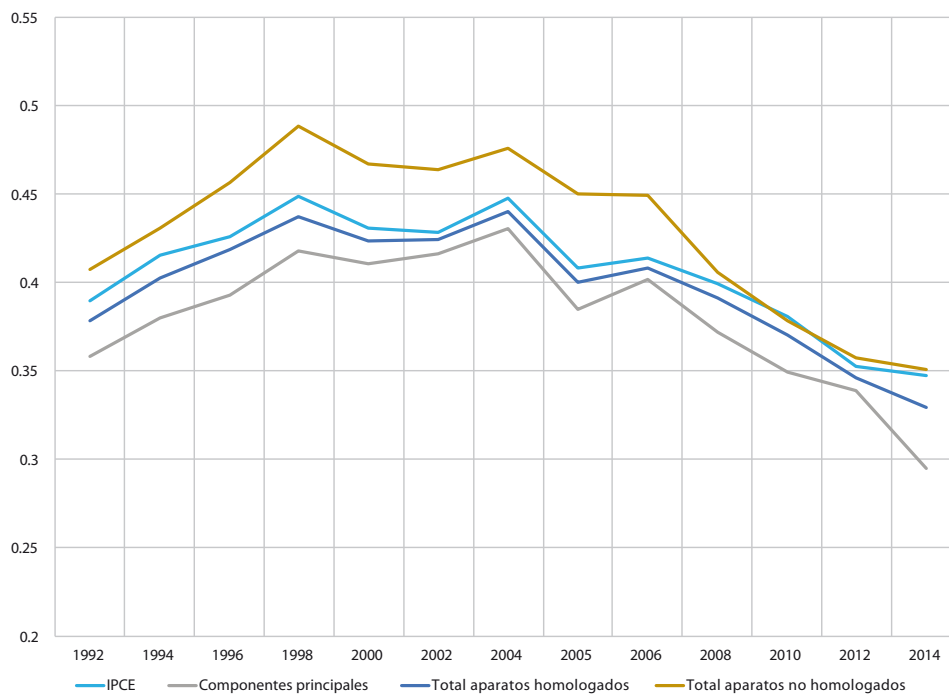
dicar que mientras más información se incorpore al registro de los electrodomésticos, mejoraría la estimación de su relación con respecto al consumo energético. Por su parte, el índice calculado con componentes principales se mantiene por debajo de todos alejándose en los primeros y en los últimos años, lo que puede estar explicado por la pérdida de información de la varianza y porque la estructura de pesos se aleja de los patrones de consumo energético.

Sin duda, la relación descrita establece el poder predictivo de los electrodomésticos sobre el consumo eléctrico y, dado que las emisiones están relacionadas con éste, los aparatos pueden dar respuesta de la contribución de los hogares a las emisiones de efecto invernadero. La ventaja del índice y la clasificación con la que se construye es que permite observar cuáles componentes de la dotación de electrodomésticos están permeando los cambios en el consumo energético.

<sup>16</sup> Debe señalarse que, a partir del 2010, las estimaciones del consumo eléctrico se realizan mediante la consulta de recibos y no por la declaración del usuario, lo que ha disminuido las estimaciones tanto del gasto como del presente cálculo de energía en electricidad.

Gráfica 5

### Correlación del consumo eléctrico por hogar en gigajoules (GJ) y diversos índices de aparatos electrodomésticos



Fuente: elaboración propia con información de la ENIGH, 1992-2014.

No obstante, aun cuando la relación es sustantiva y estable en el tiempo, no explica por completo el consumo energético. Existe una mejora al incorporar elementos de la carga eléctrica demandada por los aparatos; como ya se señaló, la dotación física debe ser complementada por el elemento conductual de los electrodomésticos. Por lo tanto, a este análisis deben incorporarse elementos que den cuenta de la organización de los hogares, de las condiciones físicas de las viviendas y de los aspectos socioespaciales, elementos que mejorarían su capacidad explicativa. Además, su inclusión se hace más importante debido a que estos elementos no se han mantenido exentos de variaciones en las últimas décadas.<sup>17</sup>

## Discusión

En este documento establecemos la necesidad de incorporar medidas de los electrodomésticos que den cuenta de sus usos diferenciados y sus consumos. La propuesta se concentra en introducir una diferenciación de los bienes de acuerdo con su demanda eléctrica y uso. El ejercicio muestra cómo la incorporación de información sobre ellos a través de clasificaciones y ponderaciones mejora la estimación de la relación del consumo eléctrico, a la par que evidencia la necesidad de mejorar la información disponible sobre los aparatos que están siendo utilizados en las viviendas. En específico, el IPCE es consistente con la literatura que vincula a la tenencia de aparatos electrodomésticos con el consumo eléctrico. Aun cuando hubo un cambio en la medición del gasto en electricidad en el 2010, la correlación a lo largo de los años se mantuvo por encima de 0.4, lo que explicaría alrededor de 16% de la varianza, lo cual es consistente con la extensa revisión realizada por Jones *et al.* (2015) a nivel mundial. Asimismo, los resultados permiten avanzar en la investigación sobre la demanda de electricidad, tanto en términos de brindar una alternativa para estimarla de manera indirecta a partir de los electrodomésticos como de abrir la puerta para

considerar su crecimiento a futuro a partir de supuestos sobre la adopción de dichos aparatos. En este sentido, futuros trabajos pueden avanzar la propuesta aquí desarrollada al ajustar las ponderaciones con mediciones de la demanda efectiva de los aparatos o estimaciones de cambios en la eficiencia. Sin duda, estas propuestas pueden ser complementadas con otras estrategias analíticas y estadísticas, como el cálculo de perfiles latentes de uso de la energía (Escoto y Sánchez, 2017), o bien, ecuaciones estructurales que examinen los determinantes directos e indirectos del consumo eléctrico.

Esta línea de investigación es en particular relevante en relación con las políticas de eficiencia energética, en especial aquéllas orientadas a la adopción de nuevas tecnologías y de prácticas de ahorro. En México, la mayoría de los indicadores de eficiencia están basados en promedios per cápita nacionales de consumo residencial (Martínez-Montejo & Sheinbaum-Pardo, 2016; Rosas *et al.*, 2010; Rosas-Flores & Gálvez, 2010; Rosas-Flores *et al.*, 2011; Sheinbaum & Dutt, 1996). Éstos pueden mejorarse estimando perfiles de consumo a partir de la posesión de electrodomésticos y características sociodemográficas.

Dado que el IPCE distingue por el uso final de los electrodomésticos, puede servir para indagar sobre el potencial efecto que la difusión de la tenencia de ciertos aparatos puede tener en el consumo eléctrico o sobre el impacto de medidas de eficiencia energética; por ejemplo, puede considerar escenarios donde continúe el crecimiento de los bienes de entretenimiento y misceláneos a lo largo de los estratos socioeconómicos y estimar sus potenciales impactos en la demanda energética. Asimismo, los resultados del índice podrían combinarse con proyecciones sobre la adopción de medidas de eficiencia energética obtenidos en otras investigaciones para estimar el ahorro energético potencial.

Estas estimaciones indirectas del consumo energético son soluciones frente a la limitada información sobre los usos de la energía de los hogares,

<sup>17</sup> Para considerar cuánto varía el índice por estrato socioeconómico y otras características sociodemográficas, ver Escoto y Sánchez (2017) y Escoto, Sánchez y Guadián (2017).

pero posibilitan tener indicadores a lo largo del tiempo y a distintas escalas geográficas, a la par de que pueden ser utilizadas con información que con frecuencia se incluye en encuestas en hogares. Ello hace posible que este tipo de índices pueda dar cuenta de los cambios del consumo eléctrico en relación con la evolución de la población, en específico, de las formas de organización familiar, la urbanización y los estilos de vida (Izazola, 2014; Medina-Ross, Mata-Sandoval & López-Pérez, 2005; Mercado García, 2014; Sánchez Peña, 2014). Los resultados permiten establecer diferencias entre los hogares en términos de su consumo energético, estableciendo que la tenencia de los electrodomésticos es un indicador importante para la estadística ambiental energética en México, sobre todo en términos de la necesidad de considerar la sustentabilidad de las prácticas de los hogares.

## Fuentes

Bedir, M.; E. Hasselaar & L. Itard. "Determinants of electricity consumption in Dutch dwellings", en: *Energy and Buildings*. 58, 2013, 194-207 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.10.016>

Biról, F. "Energy Economics: A Place for Energy Poverty in the Agenda?", en: *The Energy Journal*. 28(3), 2007, 1-6.

Bizikova, L.; L. Pinter; G. Huppe; H. Schandl; C. Arden-Clarke; S. Averous; A. Mansion & C. O'Connor. *Sustainable Consumption and Production Indicators for the Future SDGs (UNEP Discussion Paper)*. Paris, France, UNEP, 2015 (DE) <http://www.iisd.org/library/sustainable-consumption-and-production-indicators-future-sdgs>

Boltvinik, J. "Treinta años de medición de la pobreza en México. Una mirada desde Coplamar", en: *Estudios Sociológicos*. 30, 2012, 83-110.

Brown, M. A. "Market failures and barriers as a basis for clean energy policies", en: *Energy Policy*. 29(14), 2001, 1197-1207 (DE) [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00067-2)

CFE. *¿Cuál es el consumo de los principales aparatos electrodomésticos?* Sección Preguntas frecuentes. 10 de noviembre de 2014 (DE) <http://www.cfe.gob.mx/Lists/PreguntasFrecuentesTransp/DispForm.aspx?ID=16&ContentTypeld=0x01004DB3C7433B9CCA4CA541A3D199DE5CA4>, consultado el 20 de agosto de 2016.

Coen-Pirani, D.; A. León & S. Lugauer. "The effect of household appliances on female labor force participation: Evidence from microdata", en: *Labour Economics*. 17(3), 2010, 503-513 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2009.04.008>

CONEVAL. *Metodología para la medición de la pobreza multidimensional en México*. 2010 (DE) [http://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/INFORMES\\_Y\\_PUBLICACIONES\\_PDF/Metodologia\\_Multidimensional\\_web.pdf](http://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/INFORMES_Y_PUBLICACIONES_PDF/Metodologia_Multidimensional_web.pdf)

Damián, A. "La pobreza de tiempo. El caso de México", en: *Estudios Sociológicos*. 23(69), 2005, 807-843.

De Almeida, A.; P. Fonseca; B. Schlomann & N. Feilberg. "Characterization of the household electricity consumption in the EU, potential energy savings and specific policy recommendations", en: *Energy and Buildings*. 43(8), 2011, 1884-1894 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.027>

De-Juan-Vigaray, M. D. y J. B. G. Vadell. "Distribución de electrodomésticos", en: *Distribución y Consumo*. 17(91), 2007, 103-116.

Escoto Castillo, A. & L. Sánchez Peña. "Diffusion of Electricity Consumption Practices in Mexico", en: *Social Sciences*. 6(4), 2017, 144 (DE) <https://doi.org/10.3390/socsci6040144>

Firth, S.; K. Lomas; A. Wright & R. Wall. "Identifying trends in the use of domestic appliances from household electricity consumption measurements", en: *Energy and Buildings*. 40(5), 2008, 926-936 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.07.005>

Fischer, C. "Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?", en: *Energy Efficiency*. 1(1), 2008, 79-104 (DE) <https://doi.org/10.1007/s12053-008-9009-7>

Freyermuth, J. R. D.; G. T. Belismelis; G. H. Licona & V. P. Hernández. "Metodología para la medición multidimensional de la pobreza", en: *Realidad, Datos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 2(1), 2011, 36.

Greenwood, J.; A. Seshadri & M. Yorukoglu. "Engines of liberation", en: *The Review of Economic Studies*. 72(1), 2005, 109-133.

Grosh, M. E. & P. Glewwe. *A guide to living standards measurement study surveys and their data sets*. Vol. 120. World Bank Publications, 1995.

Hardyment, C. *From mangle to microwave: the mechanization of household work*. Cambridge, UK; Oxford, UK; New York, NY, USA; Polity Press; Basil Blackwell; 1988.

IEA. *World energy outlook 2015*. Paris, OECD, 2015 (DE) <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2015/>

INEGI. *Módulo de Hogares y Medio Ambiente 2015*. 2016.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*. 2013 (DE) [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf\\_inegei\\_public\\_2010.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf)

Izazola, H. "Hogares y medio ambiente. Reflexiones desde la investigación sociodemográfica", en: *La Estadística Ambiental en México*. El Colegio de México, 2014, pp. 261-286 (DE) <http://www.jstor.org/stable/j.ctt14jxnjz.15>

Jones, R. V.; A. Fuertes & K. J. Lomas. "The socio-economic, dwelling and appliance related factors affecting electricity consumption in domestic



- buildings", en: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 43, 2015, 901-917 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.084>
- Kavgic, M.; A. Mavrogianni; D. Mumovic; A. Summerfield; Z. Stevanovic & M. Djurovic-Petrovic. "A review of bottom-up building stock models for energy consumption in the residential sector", en: *Building and Environment*. 45(7), 2010, 1683-1697 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.01.021>
- Kavousian, A.; R. Rajagopal & M. Fischer. "Determinants of residential electricity consumption: Using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior", en: *Energy*. 55, 2013, 184-194 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.03.086>
- Mansouri, I.; M. Newborough & D. Probert. "Energy consumption in UK households: impact of domestic electrical appliances", en: *Applied Energy*. 54(3), 1996, 211-285.
- Martínez-Montejo, S. A. & C. Sheinbaum-Pardo. "The impact of energy efficiency standards on residential electricity consumption in Mexico", en: *Energy for Sustainable Development*. 32, 2016, 50-61 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.02.010>
- Medina-Ross, J. A.; J. C. Mata-Sandoval & R. López-Pérez. "Indicators for sustainable energy development in Mexico", en: *Natural Resources Forum*. 29(4), 2005, 308-321 (DE) <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2005.00143.x>
- Mercado García, A. "Datos ambientales de los hogares mexicanos", en: Mercado García, A. y C. R. López Pérez. *La estadística ambiental en México*. El Colegio de México, AC, 2014, pp. 247-260.
- Minnesota Population Center. *Integrated Public Use Microdata Series, International: Version 6.5 (dataset)*. Minneapolis, University of Minnesota, 2017 (DE) <http://doi.org/10.18128/D020.V6.5>
- Pachauri, S. & D. Spreng. "Energy Use and Energy Access in Relation to Poverty", en: *Economic and Political Weekly*. 39(3), 2004, 271-278.
- \_\_\_\_\_ "Measuring and monitoring energy poverty", en: *Energy Policy*. 39(12), 2011, 7497-7504 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.008>
- Rosas, J., C. Sheinbaum & D. Morillon. "The structure of household energy consumption and related CO<sub>2</sub> emissions by income group in Mexico", en: *Energy for Sustainable Development*. 14(2), 2010, 127-133 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.esd.2010.04.002>
- Rosas-Flores, J. A. & D. M. Gálvez. "What goes up: Recent trends in Mexican residential energy use", en: *Energy*. 35(6), 2010, 2596-2602 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.01.015>
- Rosas-Flores, J. A.; D. Rosas-Flores & D. M. Gálvez. "Saturation, energy consumption, CO<sub>2</sub> emission and energy efficiency from urban and rural households appliances in Mexico", en: *Energy and Buildings*. 43(1), 2011, 10-18 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.08.020>
- Sachs, J. D. "From millennium development goals to sustainable development goals", en: *The Lancet*. 379(9832), 2012, 2206-2211.
- \_\_\_\_\_ "Goal-based development and the SDGs: implications for development finance", en: *Oxford Review of Economic Policy*. 31(3-4), 2015, 268-278 (DE) <https://doi.org/10.1093/oxrep/grv031>
- Sánchez Peña, L. "Una mirada demográfica a las metas de mitigación de gases de efecto invernadero en México", en: Saucedo, S. E. G. y V. Ugalde (eds.). *Gobierno, territorio y población: las políticas públicas en la mira*. El Colegio de México, 2014, pp. 611-644.
- \_\_\_\_\_ "Sustentabilidad y equidad: reflexiones en torno a la agenda latinoamericana post 2015", en: *Revista Brasileira de Estudos de População*. 32(3), 2015, 599-607 (DE) <https://doi.org/10.1590/S0102-30982015000000036>
- \_\_\_\_\_ "Ingresos y consumo energético de los hogares en el Distrito Federal" en: Aguilar, A.G. (ed.). *La Ciudad de México en el Siglo XXI*. DF, SECITI-Miguel Ángel Porrúa, 2016.
- Sánchez Peña, L. & A. Escoto Castillo. "Desigualdades en el consumo energético de los hogares en México", en: Lezama, J. L. (ed.). *Cambio climático, ciudad y gestión ambiental. Los ámbitos nacional e internacional*. Ciudad de México, El Colegio de México, AC, 2018, pp. 403-422.
- Sanquist, T. F.; H. Orr; B. Shui & A. C. Bittner. "Lifestyle factors in U.S. residential electricity consumption", en: *Energy Policy*. 42, 2012, 354-364 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.092>
- Secretaría de Gobernación. *Diario Oficial de la Federación. NOM-032-ENER-2013* (DE) [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5330530&fecha=23/01/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5330530&fecha=23/01/2014)
- Sheinbaum, C. & G. S. Dutt. "The structure of residential energy consumption in the Mexico City Metropolitan Area", en: *Energy for Sustainable Development*. 3(1), 1996, 43-48 (DE) [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60181-7](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60181-7)
- Sovacool, B. K. "Conceptualizing urban household energy use: Climbing the 'Energy Services Ladder'", en: *Energy Policy*. 39(3), 2011, 1659-1668 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.041>
- Swan, L. G. & V. I. Ugursal. "Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques", en: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13(8), 2009, 1819-1835 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.033>
- Widén, J. & E. Wäckelgård. "A high-resolution stochastic model of domestic activity patterns and electricity demand", en: *Applied Energy*. 87(6), 2010, 1880-1892.
- World Bank. *World Development Indicators*. 2017 (DE) <http://wdi.worldbank.org/table/3.7>, consultado el 6 de junio de 2017.