

# *Estudios Sociales*

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 29, Número 53. Enero - Junio 2019

Revista electrónica. ISSN: 2395-9169



Desigualdad social en torno al uso de tecnologías energéticamente eficientes en México.  
El caso de la política de normalización de refrigeradores

Social inequality in the use of energy efficient technologies in Mexico.  
The case of the refrigerators standardization policy

DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.722>

PII: e19722

Rigoberto García-Ochoa\*:  
[orcid.org/0000-0001-9379-3473](http://orcid.org/0000-0001-9379-3473)

Patricia Rivera-Castañeda\*:  
[orcid.org/0000-0002-5462-4690](http://orcid.org/0000-0002-5462-4690)

Álvaro Bracamonte-Sierra\*\*:  
[orcid.org/0000-0002-8523-0846](http://orcid.org/0000-0002-8523-0846)

Fecha de recepción: 26 de noviembre de 2018

Fecha de envío a evaluación: 06 de diciembre de 2018

Fecha de aceptación: 04 de febrero de 2019

\*Autor para correspondencia.

Rigoberto García Ochoa.

Dirección: rigo@colef.mx

El Colegio de la Frontera Norte.

Departamento de Estudios Urbanos y Medio Ambiente  
Calle Reforma No. 528. Locales 2, 3 y 4.

Colonia del Rosario, 84020, Nogales, Sonora

Tel. 52 (631) 31 9 33 01

\*\*El Colegio de Sonora.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.  
Hermosillo, Sonora, México



## **Resumen / Abstract**

**Objetivo:** Caracterizar económica y socialmente a los hogares mexicanos que carecen de refrigeradores energéticamente eficientes. **Metodología:** Utilizando la información de la Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares 2018, se aplicó un análisis de conglomerados de k-medias para identificar grupos de hogares en función del nivel de penetración de refrigeradores energéticamente eficientes. Posteriormente se aplicó un análisis de correspondencias múltiple para encontrar las relaciones entre los grupos de hogares sin refrigeradores energéticamente eficientes, su estrato socioeconómico y el tamaño de localidad, así como el tamaño del hogar. **Resultados:** Se identificaron cerca de nueve millones de hogares sin refrigeradores energéticamente eficientes, los cuales se dividieron en cuatro grupos de acuerdo a las siguientes características: desplazados, pobres semiurbanos, pobres urbanos y clases medias. **Limitaciones:** La información socioeconómica que ofrece la fuente de información consultada es limitada, ello impidió caracterizar a mayor detalle los hogares, tampoco permitió analizar otros factores como el gasto, el consumo energético o las emisiones de gases de efecto invernadero. **Conclusiones:** Se encontró un escenario de desigualdad social en torno al acceso a los refrigeradores energéticamente eficientes. Por estas razones, se propone una política de sustentabilidad energética que incorpore de manera transversal la dimensión social implícita en el uso de refrigeradores.

Palabras clave: desarrollo regional; eficiencia energética; refrigeradores eficientes; análisis de conglomerados; desigualdad social.

**Objective:** Is to characterize, economically and socially, the Mexican households lacking energy-efficient refrigerators. **Methodology:** Using the information from the National Survey on Energy Consumption in Private Households 2018, a K-means Cluster Analysis was applied to identify groups of households based on the level of access to energy efficient refrigerators. Subsequently, a multiple correspondence analysis was applied to find the relationships between groups of households without energy efficient refrigerators, their socioeconomic stratum, the size of the community, as well as the size of the household. **Results:** Nearly nine million households without energy efficient refrigerators were identified, which were divided into four groups according to the following characteristics: displaced households, semi-urban poor, urban poor and middle classes. **Limitations:** The socioeconomic information offered by the data source consulted was limited, this prevented characterizing households in greater detail, nor did it allow analyzing other factors such as household spending, energy consumption or greenhouse gas emissions. **Conclusions:** A scenario of social inequality was found regarding the access to energy efficient refrigerators. For these reasons, an energy sustainability policy is proposed that transversally incorporates the social dimension implicit in the use of refrigerators.

Key words: regional development; energy efficiency; efficient refrigerators; cluster analysis; social inequality.

## Introducción

**E**l gobierno mexicano promueve, desde hace tiempo, la eficiencia energética en el sector residencial; esta política está inscrita en una estrategia de sustentabilidad energética cuyo objetivo es que el sector favorezca el desarrollo económico y el bienestar social sin afectar al medio ambiente. Una de las acciones instrumentadas, hasta ahora, más relevantes ha sido la normalización de los equipos y enseres electrodomésticos intensivos en el consumo de energía (Conuec, 2018); entre ellos destaca, por la reducción en el consumo de electricidad, alcance geográfico nacional, impacto económico, social y ambiental, la normalización de refrigeradores y congeladores electrodomésticos iniciado en 1995 con la entrada en vigor de la NOM-072-SCFI-1994 (DOF, 1994); continuó en 1998 con la NOM-015-ENER-1997 (DOF, 1997) misma que fue actualizada en 2003 hasta llegar a la NOM-015-ENER-2012 (DOF, 2012) que entró en vigor en 2013.

El espíritu que subyace en estas normas oficiales es limitar los niveles máximos de consumo de energía de los refrigeradores y congeladores electrodomésticos. La normalización adquirió interés como tema de política pública debido a que el consumo energético de los refrigeradores representa 39 % del consumo total de electricidad en el sector residencial mexicano (Sener y A, 2011). De esa manera, el uso de refrigeradores altamente eficientes trae consigo un menor consumo de electricidad y, por tanto, un significativo ahorro en el gasto de las familias. Los refrigeradores altamente eficientes reducen también la demanda pico de electricidad permitiendo diferir inversiones en la generación de energía. De acuerdo con el balance nacional en la materia, aproximadamente 82 % de la energía eléctrica generada en México proviene de recursos fósiles (Sener, 2017); esto quiere decir que el éxito de la normalización contribuiría a bajar las emisiones de bióxido de carbono

(CO<sub>2</sub>). Se sabe que el consumo de electricidad destinado a la refrigeración de alimentos ayuda a preservarlos en buen estado, es decir, proporciona un servicio energético que ayuda a satisfacer una de las necesidades básicas de los seres humanos como es la alimentación (Modi, McDade, Lallement, Saghir, 2005; Sovacool, 2011; Fell, 2017; Cravioto, Yamasue, Okumura, e Ishihara, 2014).

La implementación de la norma oficial de eficiencia energética desencadena importantes efectos económicos, sociales y ambientales, por lo que resulta necesario conocer el nivel de penetración que tienen los equipos con tecnologías energéticamente eficientes en los hogares mexicanos. Igualmente es preciso analizar la relación entre las características económicas y sociales de los hogares y el uso de esos equipos.

Con esas premisas el objetivo general de este trabajo es caracterizar económica, social y territorialmente a los hogares mexicanos que experimentan la privación de refrigeradores energéticamente eficientes; el análisis es pertinente habida cuenta de que la sustentabilidad energética en los hogares, como política pública nacional, carece de un mecanismo de retroalimentación que permita evaluarlo. El desahogo del objetivo generaría información puntual sobre el uso de equipos ahorreadores de energía; este conocimiento constituiría un insumo modular para analizar, de manera integral, el estado actual de la política de normalización de equipos y enseres electrodomésticos en los hogares mexicanos.

Se parte de la siguiente idea: existe una diferenciación social en torno a la dimensión del uso de equipos eficiente y las condiciones socioeconómicas de los hogares; dicha diferenciación se manifiesta en la existencia de distintos grupos de hogares que poseen homogeneidad interna pero una clara heterogeneidad intergrupal lo cual se desprende de las características tecnológicas y socioeconómicas descritas. El artículo está organizado de la siguiente manera. Primero se hace una breve descripción de los antecedentes en el tema en cuestión; se comenta la literatura especializada y el proceso de implementación de la política de normalización de refrigeradores. Enseguida se explica la estrategia metodológica implementada, la cual consiste en la aplicación del método de análisis de conglomerados de k-medias, esto para identificar a grupos de hogares en función del nivel de penetración de refrigeradores energéticamente eficientes; seguida de la aplicación del método de análisis de correspondencias múltiple, esto para caracterizar a los hogares de acuerdo al objetivo general. Después se explican los principales hallazgos y se destaca la propuesta de una tipología de hogares que sufren la privación de refrigeradores energéticamente eficientes, escenario que sustenta la exposición de una serie de insumos necesarios para mejorar la política de



normalización de refrigerados. Por último, se presentan las conclusiones generales.

## Antecedentes

La normalización de equipos y enseres electrodomésticos, conocidas como normas de desempeño energético mínimo (NDEM), es una de las principales políticas públicas diseñadas, especialmente, para mejorar la eficiencia energética en los hogares; en principio fueron aplicadas en los países desarrollados y después en los países en vías de desarrollo como es el caso de México. Hay una gran cantidad de estudios que han abordado el tema de las NDEM, como el trabajo de Harrington and Wilkenfeld (1997) en Australia; Schiellerup (2002) en el Reino Unido; Waide (2001), Mills y Schleich (2012) en la Unión Europea; Geller, Harrington, Rosenfeld, Tanishima y Unander (2006) en los países OECD; Nakagami y Litt (1997); Tojo (2005) y Nordqvist (2006) en Japón; Nadel (2002), Banerjee y Solomon (2003), Sanchez, Brown, Webber y Homan (2008) en Estados Unidos; Young (2008) en Canadá; Boegle, Singh y Sant (2008), Chunekar (2014), y Parikh y Parikh (2016) en la India; Zhou, Levine y Price (2010) y Khanna, Zhou, Fridley y Fino-Chen (2013) en China.

En México el gobierno federal, desde inicios de la década de 1990, ha buscado, a través de la Secretaría de Energía y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, homologar la política de normalización de equipos electrodomésticos con su par en Estados Unidos (Letscher, McNeil y Sánchez, 2011) debido a que ese país va a la vanguardia en esta materia: fue el primero que implementó NDEM a los equipos y enseres electrodomésticos. El decreto de la Energy Policy and Conservation Act en 1975 (Policy, 2006), así como el de la National Energy Conservation Policy Act de 1978 (Congress, U. S., 1978), derivó en un impulso de las NDEM a nivel estatal.<sup>1</sup> De hecho, California fue pionero al introducir, en 1976, estándares de eficiencia energética a los enseres electrodomésticos; posteriormente le siguieron los estados de New York, Massachusetts y Florida. El impulso a la eficiencia energética mediante el establecimiento de NDEM propició que, en 1987, el Congreso norteamericano aprobara la primera Ley Nacional de Conservación de Energía de Electrodomésticos (Geller, 1997). Recientemente el Departamento de Energía de esa nación ha promovido el establecimiento de NDEM como política federal. Berg et al. (2016), señalan como la Comisión de Energía de California introdujo en 2016 nuevos estándares de eficiencia en focos LED,<sup>2</sup> lámparas direccionales de pequeño diámetro y regaderas eléctricas; esto de manera adicional a

los estándares ya establecidos en enseres electrodomésticos e iluminación con lámparas fluorescentes.

El proceso de homologación de dichas prácticas en México se ha traducido, en el caso específico de refrigeradores, en el fortalecimiento de una serie de normas oficiales en la materia. Por ejemplo, en 1995 entró en vigor la NOM-072-SCFI-1994 (DOF, 1994), considerada la primera norma oficial mexicana de eficiencia energética para refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Después en 1998 se dio a conocer la NOM-015-ENER-1997 (DOF, 1998) que fue actualizada en 2003 de acuerdo con la nueva regulación del Departamento de Energía (DOE) de Estados Unidos (2001) para refrigeradores electrodomésticos, entrando en vigor en 2004. Por último, desde 2013 se aplica la NOM-015-ENER-2012 misma que incorpora la nueva regulación propuesta por el DOE en 2010. Otro instrumento tendiente a mejorar la eficiencia energética de los refrigeradores y, en general, de todos los equipos y enseres electrodomésticos, es el programa de etiquetado. Las etiquetas muestran que los equipos cumplen con la norma oficial de eficiencia energética vigente y, adicionalmente, señalan el consumo energético máximo anual de los equipos, lo que se considera un insumo valioso para decidir el tipo, modelo y marca de refrigerador. En México existe también el llamado Sello FIDE que es un distintivo que otorga el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) a los equipos que presentan los niveles más altos de eficiencia energética (FIDE, 2018).<sup>3</sup>

Cabe destacar que la normalización y etiquetado son acciones implementadas de manera paralela en toda la región de América del Norte (México, Estados Unidos y Canadá) a partir de la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Ambas estrategias tienen el objetivo específico de homologar la calidad y eficiencia energética de los enseres electrodomésticos, de manera especial los refrigeradores; no obstante, propician beneficios complementarios. Por un lado, la aplicación de NDEM obliga a los fabricantes a producir equipos con los niveles de eficiencia mínimo establecidos en la norma; de esta manera desaparecen del mercado los equipos menos eficientes. El etiquetado, por su parte, genera una mayor competencia entre los fabricantes quienes se ven forzados a producir equipos con una eficiencia superior a la marcada en la norma.

Es pertinente destacar que el costo de los refrigeradores representa una fuerte carga económica para la mayoría de los hogares de México en virtud de que aproximadamente 50 % de la población vive en situación de pobreza (Coneval, 2018). Para mitigar la problemática, la Secretaría de Energía implementó, en 2009, el Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de



Energía Eléctrica, conocido como *cambia tu viejo por uno nuevo*, consistente en facilitar la sustitución de refrigeradores con más de diez años de uso por equipos nuevos y eficientes. De acuerdo con INEGI (2018) se han beneficiado hasta ahora 1,555,184 hogares con ese programa. Con los elementos indicados es posible, decir que la aplicación de NDEM en refrigeradores del sector residencial trae consigo impactos significativos tanto económicos como energéticos y ambientales. Los impactos adquieren mayor relevancia si se considera el incremento de refrigeradores que registran los hogares mexicanos: entre 2006 y 2016 aumentó 27 %, al pasar de 22,479,849 a 28,612,308 respectivamente (Gráfico 1).

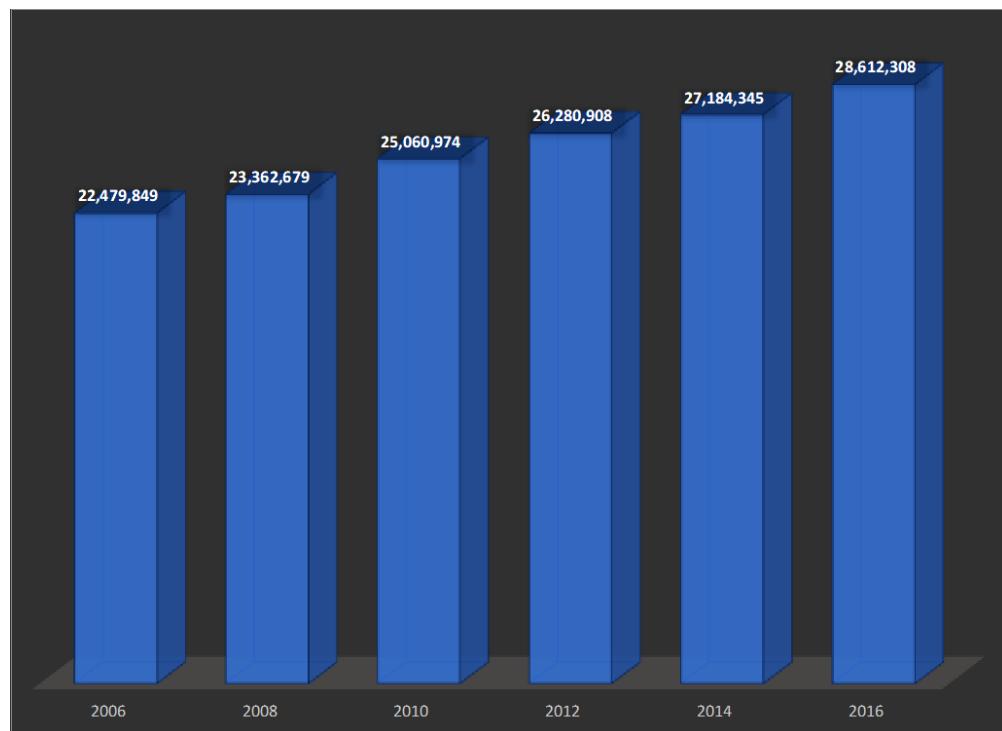


Gráfico 1. Cantidad de refrigeradores en los hogares de México (2006-2016).

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2007, 2009, 2011, 2013, 2015 y 2017).

## Metodología

### *Fuente de información*

Se utiliza como fuente de información la Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI 2018) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI, 2018). Cabe destacar la importancia histórica de este instrumento, ya que es la primera encuesta realizada en México que mide el consumo de energía y las características de los principales equipos y enseres electrodomésticos en las viviendas. Las características principales de la ENCEVI 2018 se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1.  
*Bases metodológicas de la ENCEVI 2018*

| NO | CARACTERÍSTICA        | DESCRIPCIÓN   |
|----|-----------------------|---|
| 1  | Población objetivo    | Las viviendas de nacionales o extranjeros, que residen habitualmente en viviendas particulares dentro del territorio nacional.  |
| 2  | Cobertura temporal    | Primer semestre de 2018<br>*Nacional<br>*Urbano y rural (Menos de 15 000 habitantes y 15 000 y más habitantes)<br>*Regiones climáticas:<br>a) Región cálida extrema: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa y Durango.<br>b) Región templada: Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, CDMX, Morelos, Tlaxcala y Puebla.<br>c) Región tropical: Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. |
| 3  | Cobertura geográfica  |   |
| 4  | Tamaño de la muestra  | 32 047 viviendas.   |
| 5  | Unidad de observación | Vivienda particular habitada  |
| 6  | Marco muestral        | Para la ENCEVI 2018 se empleó el Marco Nacional de Viviendas 2012 del INEGI, elaborado con información cartográfica y demográfica obtenida del Censo de Población y Vivienda 2010.  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 7 | Tipo de muestreo                        | Probabilístico, Bietápico, estratificado y por conglomerados. |
| 8 | Periodo de levantamiento de la encuesta | Se llevó a cabo del 08 de enero al 29 de junio 2018           |

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2018).

### *Método*

Se aplicaron los métodos de análisis multivariantes *Análisis de Conglomerados K-medias* y *Análisis de Correspondencias Múltiples* (ACM). El primero agrupa los casos en conglomerados o grupos de tal forma que se maximiza la homogeneidad intragrupal y la heterogeneidad intergrupal (Hair, Anderson, Tatham y Black, 2007). La aplicación a este caso de estudio pretende encontrar grupos de hogares en función de las características tecnológicas de eficiencia energética de los refrigeradores. Las variables consideradas en este procedimiento se obtuvieron de la ENCEVI 2018 (INEGI, 2018) las cuales se enlistan a continuación: tenencia de refrigerador, capacidad (en pies cúbicos), años de antigüedad, número de puertas y tipo de deshielo (manual o automático). El Cuadro 2 resume la información de estas variables y sus respectivas categorías.

Cuadro 2.

*Descripción de variables y categorías utilizadas en el análisis de conglomerados K medias*

| CARACTERÍSTICA DEL REFRIGERADOR | VALOR RESPUESTA | DESCRIPCIÓN                            | ACRÓNIMO |
|---------------------------------|-----------------|--|----------|
| TENENCIA                        | 1               | La vivienda tiene y/o usa refrigerador | R1       |
|                                 | 2               | La vivienda no cuenta con refrigerador | R2       |
| AÑOS DE USO                     | 1               | 1 a 5 años (Modelo 2014 a 2018)        | A1       |
|                                 | 2               | 6 a 10 años (Modelo 2009 a 2013)       | A2       |
|                                 | 3               | 11 a 15 años (Modelo 2004 a 2008)      | A3       |
|                                 | 4               | 16 años o más (Hasta modelo 2003)      | A4       |
|                                 | 5               | No aplica                              | NA       |

|                          |   |  |    |
|--------------------------|---|--|----|
|                          |   |  |    |
| CAPACIDAD (PIES CÚBICOS) | 1 | Bar (compacto) o pequeño (hasta 10 ft <sup>3</sup> ) | C1 |
|                          | 2 | Mediano (11 a 15 ft <sup>3</sup> )                   | C2 |
|                          | 3 | Grande o extra grande (16 ft <sup>3</sup> o más)     | C3 |
|                          | 4 | No aplica  | NC |
| PUERTAS                  | 1 | Una puerta   | P1 |
|                          | 2 | Dos o más puertas                                    | P2 |
|                          | 3 | No aplica  | NP |
| DESHIELO                 | 1 | Manual o semiautomático                              | D1 |
|                          | 2 | Automático   | D2 |
|                          | 3 | No aplica  | ND |

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2018).

Para encontrar el número óptimo de conglomerados, la literatura recomienda utilizar primero el análisis de conglomerados jerárquico y posteriormente el de k-medias (Kaufman y Rousseeuw 2009; Hair et al. 2007; Everitt y Dunn 2001).<sup>4</sup> Debido a que los métodos jerárquicos no trabajan con grandes cantidad de casos, como son las 32,047 viviendas de la ENCEVI 2018, hubo que seleccionar una muestra de los datos originales a fin de aplicar el método y encontrar el número óptimo de conglomerados. Este procedimiento debe repetirse en varias ocasiones para comprobar que los conglomerados localizados son los correctos. En este estudio se repitió en innumerables ocasiones comprobándose que el número óptimo de conglomerados es diez.

Determinada la relación óptima de conglomerados, el siguiente paso consistió en aplicar el ACM con objeto de establecer la existencia de correspondencia entre ellos y el tipo de refrigerador, además de otras variables socioeconómicas. Con base en esta caracterización se propuso una tipología de hogares que facilitara su precisa caracterización. Esta caracterización, como se advierte en el objetivo general, corresponde exclusivamente a los hogares privados de refrigeradores energéticamente eficientes.

El ACM es una técnica que reduce la dimensionalidad de una matriz de datos, presentando los resultados en un plano factorial (a manera de plano cartesiano) con dos dimensiones o ejes principales y ocasionalmente tres dimensiones (Greenacre, 2007).<sup>5</sup> En este caso se tiene una matriz de 32,047 viviendas (filas) y cuatro columnas que son las variables mostradas en el Cuadro 2. El plano factorial muestra gráficamente el patrón de relaciones entre las unidades de análisis (en este caso los hogares que habitan las viviendas) y las modalidades de variables analizadas mismas

que son necesariamente categóricas. Al presentar este patrón de relaciones, el ACM devela el espacio social del fenómeno estudiado que, en este caso, gravita en determinar grupos de hogares con características económicas, sociales y tecnológicas similares al interior de estos grupos y diferentes entre ellos. Esto implica, según la hipótesis planteada, un escenario de desigualdad social que debe conocerse para mejorar los alcances de la política de normalización de refrigeradores y alcanzar una sustentabilidad energética que se traduzca en mejores condiciones económicas, sociales y ambientales en la población.

Las variables socioeconómicas consideradas se tomaron con base en los trabajos de Healy y Clinch (2004), y Druckman y Jackson (2008); al respecto se hicieron las adaptaciones necesarias a partir de la información disponible en la fuente de información utilizada (Cuadro 3). La primera variable considerada es el conglomerado de hogares en función del tipo de refrigerador utilizado, construida mediante el análisis de conglomerados de K medias, explicado previamente. Esta variable permite diferenciar los hogares en función del nivel de penetración de tecnologías energéticamente eficientes, así como de otros factores tecnológicos relacionados con el gusto y preferencias de los consumidores, como lo son el tamaño, número de puertas y tipo de congelador (deshielo manual o automático).

Cuadro 3.

*Variables socioeconómicas incluidas en el ACM*

| NOMBRE                 | CATEGORÍA | ACRÓNIMO CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN CATEGORÍA                                      |
|------------------------|-----------|--------------------|--|
| ESTRATO SOCIOECONÓMICO | 1         | ES1                | Estrato socioeconómico bajo                                |
|                        | 2         | ES2                | Estrato socioeconómico medio bajo                          |
|                        | 3         | ES3                | Estrato socioeconómico medio alto                          |
|                        | 4         | ES4                | Estrato socioeconómico alto                                |
| LOCALIDAD              | 1         | RUR                | Localidades rurales de hasta 2,499 habitantes              |
|                        | 2         | SR                 | Localidades semirurales de 2,500 a 14,999 habitantes       |
|                        | 3         | CP                 | Localidades urbanas pequeñas de 15,000 y 99,999 habitantes |
|                        | 4         | CG                 | Localidades urbanas mayores a 100,000 habitantes           |

|                  |   |    |                     |
|------------------|---|----|---------------------|
| TAMAÑO DEL HOGAR | 1 | H1 | Una persona         |
|                  | 2 | H2 | Dos personas        |
|                  | 3 | H3 | Tres personas       |
|                  | 4 | H4 | Cuatro personas     |
|                  | 5 | H5 | Cinco personas      |
|                  | 6 | H6 | Seis o más personas |
|                  |   |    |                     |

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2018).

La segunda variable se desprende del estrato socioeconómico del hogar; con esta se busca medir el nivel de bienestar económico de los hogares. Tanto Healy y Clinch (2004) como Druckman y Jackson (2008) han considerado el ingreso corriente del hogar para medir el nivel de bienestar económico; sin embargo, la ENCEVI 2018 no ofrece esta información, por lo cual se decidió utilizar como variable similar o *proxy* el estrato socioeconómico. Sin embargo, hay que destacar que el ingreso corriente es una de las variables con las cuales se construye el estrato socioeconómico de los hogares, es decir, se encuentra contenida en este último.

La tercera variable es el tamaño de la localidad donde se ubican los hogares. El argumento que sustenta esta propuesta es que la dispersión geográfica de las comunidades rurales y semirurales impide muchas veces contar con adecuadas vías de acceso para el traslado de electrodomésticos (refrigeradores) e incluso, por la propia dispersión, no dispongan del servicio de energía eléctrica. Este escenario permite inferir la existencia de una barrera que impide la implementación de las políticas públicas de ahorro y eficiencia energética en las comunidades rurales mexicanas, como lo es precisamente la política de normalización de los equipos y enseres electrodomésticos.

La cuarta variable es el tamaño del hogar que, de acuerdo a Healy y Clinch (2004), se relaciona directamente con la capacidad que tienen los hogares para adquirir los equipos y enseres electrodomésticos, así como para determinar el tipo de equipo. Por último, la ENCEVI 2018 ofrece información de la variable educación del jefe del hogar, la cual ha sido considerada en la literatura especializada sobre el estudio de los determinantes del nivel de equipamiento en los hogares (Healy y Clinch, 2004). Sin embargo, esta variable (al igual que el ingreso) está contenida también en el estrato socioeconómico de los hogares, situación que impide considerarla ya que se produciría un efecto de circularidad que afectaría el análisis de los resultados obtenidos. Ante esta situación se decidió considerar exclusivamente las cuatro variables explicadas.



## Resultados

### *Caracterización y tipología de los hogares*

El Cuadro 4 resume los resultados obtenidos después de aplicar el análisis de conglomerados. Muestra las cuatro variables consideradas en este trabajo con sus respectivas categorías, así como su descripción. De la misma manera se muestra el centroide de cada uno de los conglomerados, valor que refleja la cercanía o pertenencia a las categorías de cada variable.<sup>6</sup> El Cuadro 5 muestra por su parte el número y porcentaje de hogares que se ubican en las categorías de las diferentes variables. La lectura en conjunto de ambos cuadros permite comprender las características de estos conglomerados.

Cuadro 4.

*Conglomerados de hogares en función de la tenencia y características de los refrigeradores*

| Característica refrigerador | Categoría             | CENTROIDE DE LOS CONGLOMERADOS |                   |                   |                  |                   |                |                |                  |                  |                   |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|
|                             |                       | 1                              | 2                 | 3                 | 4                | 5                 | 6              | 7              | 8                | 9                | 10                |
| Tenencia                    | 1<br>2                | 1                              | 1                 | 1                 | 1                | 1                 | 1              | 1              | 1                | 1                | 2                 |
| Años de uso                 | 1<br>2<br>3<br>4<br>5 | 1.3                            | 1.2               | 2.3               | 1.5              | 1.4               | 3              | 4              | 3.6              | 3.6              | 5                 |
| Capacidad (pies cúbicos)    | 1<br>2<br>3<br>4      | 3                              | 1.5               | 2                 | 2.2              | 1                 | 2.9            | 2.7            | 1.3              | 1.1              | 4                 |
| Puertas                     | 1<br>2<br>3           | 2                              | 2                 | 2                 | 1.7              | 1.2               | 1.8            | 1.9            | 1.8              | 1.2              | 3                 |
| Deshielo                    | 1<br>2<br>3           | 2                              | 2                 | 2                 | 1                | 1.2               | 1.9            | 1.6            | 2                | 1                | 3                 |
| Hogares                     | CANTIDAD<br>%         | 4,442,624<br>13.5              | 9,955,631<br>30.4 | 4,444,758<br>13.6 | 1,380,061<br>4.2 | 3,579,015<br>10.9 | 596,995<br>1.8 | 517,313<br>1.6 | 1,981,216<br>6.0 | 1,931,915<br>5.9 | 3,970,150<br>12.1 |

Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2018).

**Cuadro 5.**  
*Hogares en las categorías de las variables analizadas*

| CARACTERÍSTICA<br>DEL<br>REFRIGERADOR | Categoría | HOGARES EN CONGLOMERADOS (%) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|-----------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       |           | 1                            | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
| TENENCIA                              | 1         | 100.0%                       | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 0.0%   |
|                                       | 2         | 0.0%                         | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 100.0% |
| AÑOS DE USO                           | 1         | 67.5%                        | 82.1%  | 0.0%   | 54.9%  | 60.3%  | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   |
|                                       | 2         | 32.5%                        | 17.9%  | 74.7%  | 45.1%  | 39.7%  | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   |
| CAPACIDAD<br>(PIES CÚBICOS)           | 3         | 0.0%                         | 0.0%   | 25.3%  | 0.0%   | 0.0%   | 99.7%  | 0.0%   | 39.9%  | 43.1%  | 0.0%   |
|                                       | 4         | 0.0%                         | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.3%   | 100.0% | 60.1%  | 56.9%  | 0.0%   |
| PUERTAS                               | 5         | 0.0%                         | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 100.0% |
|                                       | 1         | 0.0%                         | 46.5%  | 0.0%   | 0.0%   | 100.0% | 0.0%   | 0.0%   | 67.7%  | 85.0%  | 0.0%   |
| DESHIELO                              | 2         | 0.0%                         | 53.5%  | 100.0% | 78.8%  | 0.0%   | 13.8%  | 31.7%  | 32.3%  | 15.0%  | 0.0%   |
|                                       | 3         | 100.0%                       | 0.0%   | 0.0%   | 21.2%  | 0.0%   | 86.2%  | 68.3%  | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   |
| DESHIELO                              | 4         | 0.0%                         | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 100.0% |
|                                       | 1         | 3.8%                         | 3.6%   | 4.5%   | 28.6%  | 77.3%  | 17.1%  | 5.6%   | 16.6%  | 79.3%  | 0.0%   |
| DESHIELO                              | 2         | 96.2%                        | 96.4%  | 95.5%  | 71.4%  | 22.7%  | 82.9%  | 94.4%  | 83.4%  | 20.7%  | 0.0%   |
|                                       | 3         | 0.0%                         | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.0%   | 100.0% |
| DESHIELO                              | 1         | 0.0%                         | 0.0%   | 3.2%   | 100.0% | 77.4%  | 7.5%   | 42.7%  | 0.0%   | 100.0% | 0.0%   |
|                                       | 2         | 99.7%                        | 99.3%  | 96.7%  | 0.0%   | 22.6%  | 92.0%  | 57.3%  | 98.4%  | 0.0%   | 0.0%   |
| DESHIELO                              | 3         | 0.3%                         | 0.7%   | 0.1%   | 0.0%   | 0.0%   | 0.4%   | 0.0%   | 1.6%   | 0.0%   | 100.0% |

Fuente: elaboración propia con información de INEGI (2018).

En primer lugar, se observa que 4,442,624 hogares (13.5 % del total) forman el primer conglomerado, el cual se caracteriza por presentar los niveles más altos de las categorías en cada variable. Los valores de los centroides indican que 67.5 % de estos hogares cuentan con refrigeradores cuya antigüedad es no mayor a los cinco años y 32.5 % cuentan con refrigeradores de 6 a 10 años de antigüedad (Cuadro 5); todos con capacidad igual o mayor a los 16 pies cúbicos ( $\text{ft}^3$ ); es decir, son refrigeradores grandes o extragrandes. De la misma manera, la casi totalidad de estos refrigeradores tienen dos o más puertas (96.2 %) y tienen deshielo automático (99.7 %).

El segundo conglomerado lo forman 9,955,631 hogares (30.4 % del total), lo cual significa que las características de los refrigeradores de este grupo son las más comunes en México, ya que es el conglomerado más grande, formado con poco menos de la tercera parte de los hogares mexicanos. Los refrigeradores de este grupo son en su mayoría pequeños (46.5 %) y medianos (53.5 %), con una antigüedad no mayor a cinco años (82.1 %), con dos puertas (96.4 %) y deshielo automático (99.3 %).

Con características muy similares, le sigue el tercer conglomerado formado por 4,444,758 hogares (13.6 % del total). La única diferencia con respecto al conglomerado anterior es la antigüedad ya que, como se observa en el Cuadro 4, el



centroide de la variable *Años* presenta un valor de 2.3. Esto significa que la mayoría de los refrigeradores tienen una antigüedad de 6 a 10 años (74.7 %), aunque hay también equipos de 11 a 15 años de antigüedad (25.3 %).

El cuarto conglomerado está conformado por 1,380,061 hogares (4.6 % del total). La principal característica que distingue a este grupo de los anteriores es que la totalidad de hogares que lo conforman cuentan con refrigeradores con deshielo manual o semiautomático. Respecto a la antigüedad de los refrigeradores es de 1 a 5 años (54.9 %) y de 6 a 10 años (45.1 %), y son de capacidad mediana (78.8 %) o grandes (21.2 %), y la mayoría con dos o más puertas (71.4 %).

El quinto se integra por 3,579,015 hogares (10.9 % del total). Los refrigeradores de estos hogares se caracterizan por ser en su totalidad equipos pequeños, en su mayoría con una puerta (77.4%) aunque también hay de dos o más puertas (29.6 %). Esto de las categorías es similar a los conglomerados anteriores.

La gran mayoría de los hogares que conforman los cinco conglomerados anteriores, cuentan con refrigeradores energéticamente eficientes ya que tienen una antigüedad igual o menor a los 10 años, situación que garantiza el cumplimiento de la NOM-015-ENER-1997 actualizada en 2003, o bien la NOM-015-ENER-2012.<sup>7</sup> Los cinco conglomerados restantes, por el contrario, son equipos ineficientes ya que en todos los casos la antigüedad es de 11 a 15 años o incluso de 16 años o más, con lo cual o bien cumplen con normas oficiales obsoletas como la NOM-072-SCFI-1994 o la NOM-015-ENER-1997 (antes de ser actualizada en 2003),<sup>8</sup> o no cumplen con ninguna norma.

En este sentido, los conglomerados sexto y séptimo presentan características similares. En primer lugar, son los conglomerados más pequeños, conformados por sólo 1.8 % y 1.6 % del total de hogares, respectivamente. En ambos casos, la mayoría de los hogares cuenta con refrigeradores grandes de dos o más puertas y con deshielo automático. La principal diferencia es que la casi totalidad de hogares del sexto conglomerado cuenta con refrigeradores que tienen una antigüedad de 11 a 15 años (99.7 %), mientras que en el séptimo todos tienen una antigüedad de 16 o más años.

Siguiendo con el octavo conglomerado, este lo integran 1,981,216 hogares (6 % del total). En este grupo los hogares cuentan con refrigeradores en su mayoría antiguos de 16 años o más (60.1 %) o bien de 11 a 15 años (39.9 %) y de capacidad pequeña (67.7 %) o mediana (32.3 %); la mayoría de estos refrigeradores tienen dos o más puertas (83.4 %) con deshielo automático (98.4 %). Este conglomerado presenta características similares a los del noveno conglomerado. A primera vista se advierte que está conformado casi por la misma cantidad de

hogares, en este caso 1,931,915 hogares (5.9 % del total), con refrigeradores muy similares también en cuanto a capacidad, antigüedad y número de puertas. La diferencia radica en el sistema de deshielo que, en este caso, es manual o semiautomático, mientras que en el grupo anterior es automático.

Por último, está el décimo conglomerado que lo conforman 3,970,150 hogares (12.1 % del total). La característica principal de este grupo es que no cuentan con refrigerador alguno, escenario que advierte que este grupo de hogares es el más desfavorecido de todos. Estos resultados ponen en evidencia una clara diferenciación social en función del uso de refrigeradores energéticamente eficientes en los hogares mexicanos. En primer lugar, como se acaba de comentar, 12.1 % de los hogares conforman el grupo de los más desfavorecidos (Conglomerado 10) ya que no cuentan siquiera con refrigerador. Después se identificaron cuatro grupos (conglomerados 6, 7, 8 y 9) que en conjunto representan a 15.3 % del total de hogares a nivel nacional. Estos hogares cuentan con refrigeradores con una antigüedad de 11 años o más, los cuales cumplen con normas oficiales obsoletas o no cumplen con ninguna normatividad. Al final, se identificaron cinco grupos de hogares (conglomerados 1, 2, 3, 4 y 5) con las condiciones más favorables en cuestión de eficiencia energética, ya que la gran mayoría de sus refrigeradores tienen una antigüedad menor o igual a 10 años, lo cual significa que cumplen con las normas de eficiencia energética más actualizadas y, además, tienen un tiempo de operación que no afecta de manera significativa su rendimiento energético.

En resumen, los resultados muestran que 27.4 % de los hogares mexicanos están privados de refrigeradores energéticamente eficientes, escenario que evidencia una desigualdad social en torno a la penetración de tecnologías energéticamente eficientes para un satisfactor tan importante como lo es la preservación de alimentos en los hogares.

Identificados los 10 grupos de hogares, el siguiente paso consistió en analizar su caracterización social y económica para lo cual se aplicó el modelo ACM. El Cuadro 6 sintetiza los hallazgos registrados; se observa que las dos dimensiones del plano factorial contribuyen con 82.1 % de la varianza total. El Gráfico 2 muestra al respecto el plano factorial con la ubicación de las categorías de las cuatro variables utilizadas en el análisis de correspondencias. En primer lugar, se observa que la primera dimensión o eje de las abscisas (eje X) explica 48.1 % de la varianza total (Cuadro 6). Esta dimensión discrimina los valores extremos de las variables Conglomerados, Localidad y Estrato socioeconómico, como se muestra en el Gráfico 2 donde las categorías C1 (de conglomerados de hogares), Alto y Medio alto (estrato socioeconómico) y CG (localidades urbanas con 100 mil o más



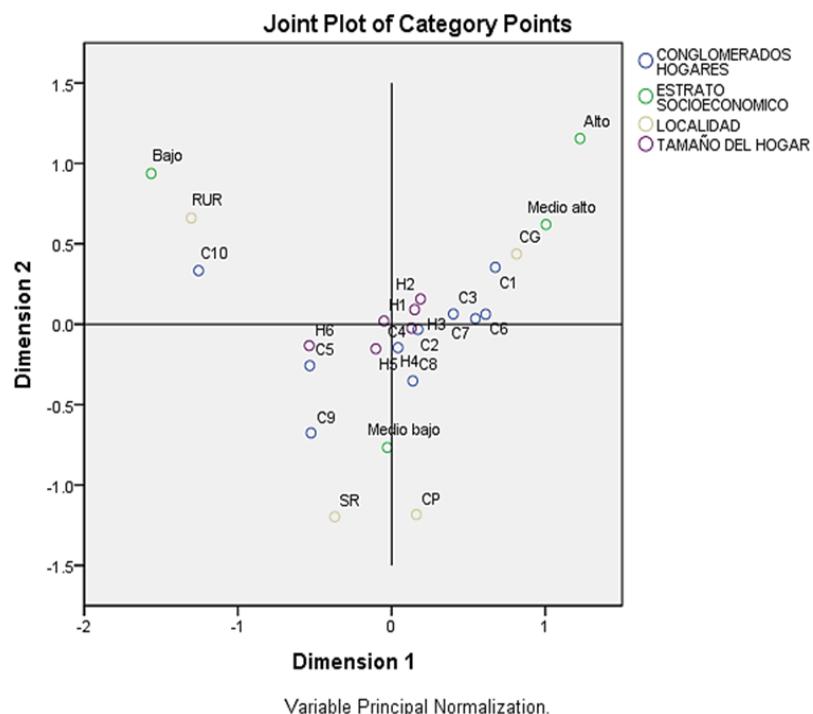
habitantes) se encuentran a la extrema derecha de la primera dimensión (eje X o eje de las abscisas); mientras que las categorías C10 (conglomerado de hogares que no tienen refrigerador), estrato socioeconómico BAJO y localidades RUR (rurales con población hasta 2,499 habitantes) se encuentran a la extrema izquierda de esta dimensión.

Cuadro 6.

*Resumen del modelo de Análisis de Correspondencias Múltiple*

| Dimensión | Alfa de Cronbach | Varianza Total (Eigenvalue) | Inercia | % of Varianza |
|-----------|------------------|-----------------------------|---------|---------------|
| 1         | 0.64             | 1.922                       | 0.481   | 48.10         |
| 2         | 0.35             | 1.361                       | 0.34    | 34.00         |
| Total     |                  | 3.284                       | 0.821   | 82.10         |

Fuente: elaboración propia.



*Gráfico 2.* Ubicación de las categorías en el plano factorial resultado del ACM.

Fuente: elaboración propia.

La segunda dimensión o eje de las ordenadas (eje Y), por su parte, explica 34 % de la varianza total y discrimina los valores extremos (altos y bajos) de los valores medios de las variables Localidad y Estrato socioeconómico. En el caso del estrato socioeconómico, la categoría Medio bajo se encuentra en la parte inferior del origen y casi toca el eje Y, es decir, su valor en el eje X se aproxima a cero, mientras que los valores extremos Bajo y Alto se encuentran en la parte superior. En lo que respecta al tamaño de localidad, la categoría SR que corresponde a localidades semirurales de 2,500 a 14,999 habitantes, así como la categoría CP vinculada a ciudades pequeñas de 15,000 a 99,999 habitantes, se encuentran en la parte inferior del origen; mientras que los valores extremos RUR y CG se ubican en la parte superior.

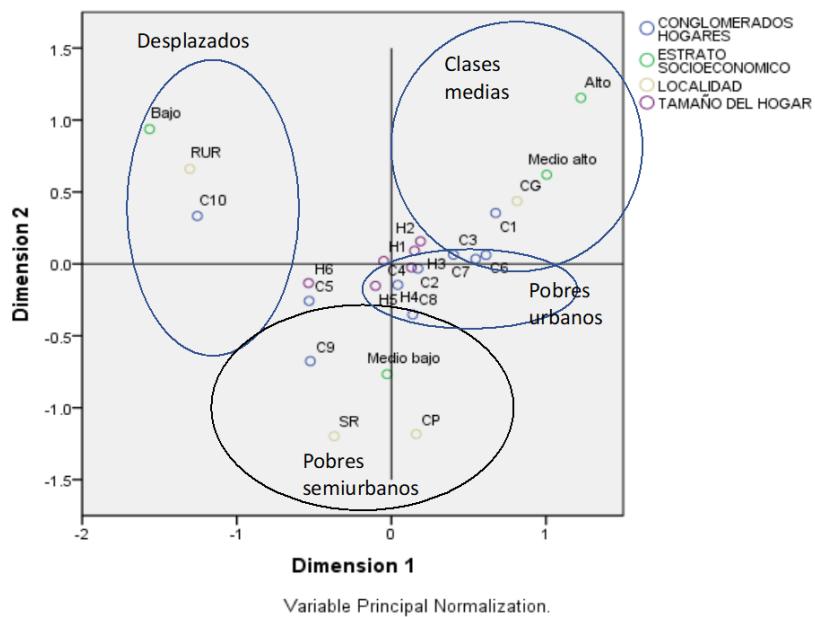
En el caso de la variable tamaño del hogar, los resultados indican que no tiene un peso significativo para discriminar la posición de los hogares en los cuatro cuadrantes del plano factorial. De hecho, se observa que las categorías H1, H2, H3, H4 y H5 se encuentran muy cercanas al origen en ambas dimensiones, lo cual significa que estas categorías se distribuyen de manera muy parecida en los cuatro cuadrantes. La única categoría que tiene un peso significativo es H6 que corresponde a hogares con seis o más personas ya que, como se observa en el Gráfico 2, se encuentra en el tercer cuadrante casi tocando la primera dimensión o eje “X”. Incluso esta categoría está muy cerca de la categoría C5 de la variable conglomerados de hogares. Esto significa que los hogares con seis o más personas correlacionan significativamente con los hogares que tienen refrigeradores con las características del conglomerado cinco (C5).

El escenario que se acaba de describir respecto al plano factorial mostrado en el Gráfico 2, exhibe un patrón de relaciones que forma una parábola o “V”. Esto significa que las categorías de las variables más significativas se encuentran en el primer y segundo cuadrante, ya que los valores en ambas dimensiones (ejes X y Y) están más alejadas del origen. Después los valores de la mayoría de las categorías de las variables se van reduciendo en la primera dimensión (eje X) acercándose al origen, mientras que los valores en la segunda dimensión se mantienen relativamente alejados del origen, sobre todo en la parte inferior (tercer y cuarto cuadrante), formando así el vértice de la “V”. Este patrón significa que las categorías encontradas en el primer y segundo cuadrante se distinguen mucho más que los observados en el tercero y cuarto.

Para comprender mejor su significado se propone a continuación una tipología de grupos de hogares que refleje las condiciones desfavorables de penetración de las tecnologías energéticamente eficientes en los refrigeradores (Gráfico 3). Es decir, se busca caracterizar en términos socioeconómicos y territoriales a los hogares privados



de este tipo de equipos con el objetivo de proporcionar insumos empíricos de carácter social para el análisis de la política de normalización de refrigeradores electrodomésticos.



*Gráfico 3.* Tipología de hogares propuestas.

Fuente: elaboración propia.

La pauta en forma de V inicia en el segundo cuadrante, donde se observa una clara correlación entre las categorías correspondientes a hogares que no tienen refrigerador (C10), estrato socioeconómico Bajo y localidades rurales (RUR). Con base en estas características se denomina a este grupo de hogares como *desplazados*, haciendo alusión a que presentan las peores condiciones tecnológicas y socioeconómicas. Son hogares pobres que no cuentan con refrigerador y ubicados en localidades rurales. En total hay 1,749,178 hogares desplazados que representan 5.3 % del total de hogares en México.

Enseguida se identifica un patrón de relaciones que corresponde principalmente al tercer y cuarto cuadrante, caracterizado por hogares de estrato medio bajo (Medio bajo), ubicados en localidades semirurales (SR) y en menor medida ciudades pequeñas (CP), con refrigeradores que pertenecen a las categorías C9 y C8. Este grupo denominado *Pobres semiurbanos*, se forma de 1,444,090 hogares representando 4.4 % del total. Después se encuentra un grupo conformado por

1,251,956 hogares (3.8 % del total) que nombraremos *Pobres urbanos*, que son de estrato medio bajo y se localizan en ciudades pequeñas (CP) y ciudades grandes (CG). Estos hogares tienen en su mayoría refrigeradores categorizados como C6, C7 y C8. Por último, está el grupo denominado *Clases medias* integrado por 1,115,242 hogares (3.4 % del total). Estos pertenecen a los estratos socioeconómicos alto y medio alto; son esencialmente urbanos y sus refrigeradores pertenecen también a las categorías C6, C7 y C8.

### *Insumos para la política de sustentabilidad energética*

La tipología de hogares arriba presentada, puede constituir un insumo empírico para analizar la diferenciación social que existe en México respecto a la penetración de tecnologías energéticamente eficientes en los refrigeradores electrodomésticos derivada de la política de normalización de refrigeradores vinculada a su vez a la estrategia nacional de sustentabilidad energética de los hogares. En primer lugar, se reconocen los beneficios económicos y ambientales derivados de la política de normalización de refrigeradores; sin embargo, estos beneficios no han sido para todos. En la actualidad hay cerca de nueve millones de hogares privados de este tipo de tecnologías, de los cuales casi cuatro millones no cuentan siquiera con refrigerador.

Obviamente las condiciones económicas del país determinan en un alto grado este escenario de desigualdad social. En la medida que mejore el ingreso de los hogares mediante empleos mejor remunerados, habrá una mayor capacidad para revertir ese escenario de privación. Sin embargo, hay un campo de acción donde el Estado mexicano puede actuar, independientemente de la situación económica. Primero se cuenta con el programa de sustitución de electrodomésticos (*cambia tu viejo por uno nuevo*) implementado por la Secretaría de Energía, que a la fecha ha logrado incorporar poco más de un millón 500 mil refrigeradores eficientes en los hogares. Sin embargo, el esquema de financiamiento no es ideal debido a que opera con una lógica de mercado que inhibe el acceso de una parte importante de la población mexicana.

Un punto relevante en este tema es el desconocimiento de la población del programa de sustitución de refrigeradores. Al preguntar a los jefes de hogares sobre si saben que existe el programa de sustitución de refrigeradores, sólo 12.4% de los *Desplazados*, 18.5% de los *Pobres semiurbanos*, 19.5% de los *Pobres urbanos*, 24.8% de las *Clases medias* y 24.5% del resto de los hogares (INEGI, 2018), respondieron



que sí lo conocen (Gráfico 4). Estos porcentajes muestran la debilidad que ha tenido la promoción de un programa tan importante para la sustentabilidad energética de los hogares, por lo cual es necesario profundizar su alcance para que sea conocido por la mayor parte de la población.

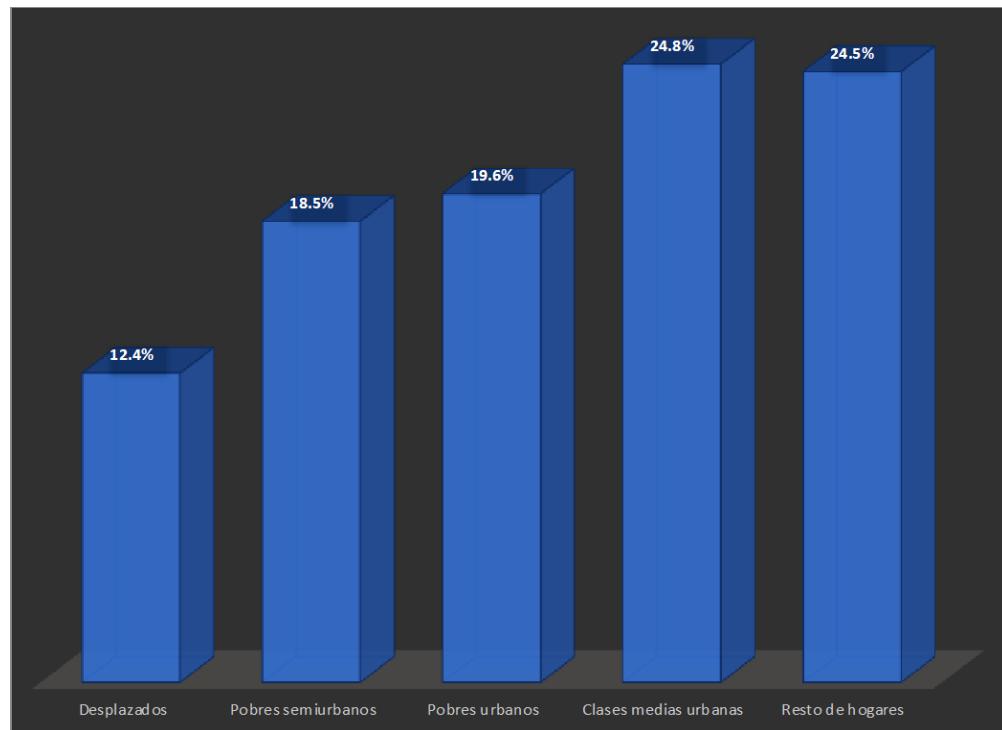


Gráfico 4. Jefes de hogares que conocen el programa de sustitución de refrigeradores.

Fuente: elaboración propia con base en información de INEGI (2018).

Por otra parte, la implementación del programa se ha focalizado en un sector de la población que cuenta con la capacidad económica para pagar el financiamiento de los refrigeradores eficientes, factor que determina el escenario de desigualdad social expuesto en este trabajo. Con base en INEGI (2018) se estimó que 1.2 % de los hogares *Desplazados*, 1.9 % de los *Pobres semiurbanos*, 3.1 % de los *Pobres urbanos*, y 3.1 % de las *Clases medias urbanas*, se han beneficiado del programa. Esto significa que un grupo minoritario de hogares privados actualmente de este tipo equipos tuvieron en alguna ocasión acceso a los mismos. En términos generales 4.7 % de los hogares mexicanos lo han aprovechado.

Estos elementos sustentan la idea que es necesario fortalecer la dimensión social de la política de sustentabilidad energética en los hogares implementada por el Estado mexicano, y de manera especial el programa de normalización de refrigeradores. Una propuesta sería incorporar el tema de la relación entre energía, pobreza y medio ambiente de manera integral en la política de desarrollo social de México. Al respecto, Kozulj (2009) señala que las políticas energéticas y de cambio climático de la mayoría de los países de América Latina, entre ellos México, han sido operadas sin una estrategia transversal que incorpore las distintas dimensiones del desarrollo económico y social. Una estrategia de transversalidad de esta naturaleza podría maximizar los resultados de combate a la pobreza y al cambio climático y, además podría optimizar los recursos económicos que siempre son escasos en todos los niveles de gobierno.

Por último, la identificación, caracterización y tipología de los grupos de hogares privados de refrigeradores energéticamente eficientes, significa una advertencia para reconocer la heterogeneidad de los hogares en términos económicos, sociales y territoriales. Esta evidencia empírica representa también un insumo para diseñar e implementar políticas públicas y programas diferenciados en función de dicha heterogeneidad. Además de la tipología propuesta en este trabajo con base en variables eminentemente cuantitativas, se requiere el abordaje de este tema con otras perspectivas metodológicas. Sería valioso el aporte de la sociología y la antropología para investigar aspectos tales como el significado social y cultural o nivel de estatus social que implica la adquisición de un determinado equipo, por ejemplo, la elección de un refrigerador de determinado tamaño, capacidad, número de puertas o tipo deshielo.

## Conclusiones

El Estado mexicano ha implementado, a partir de la década de 1990, una política de normalización de refrigeradores (y en general de equipos electrodomésticos) tendiente a mejorar la eficiencia energética de estos equipos, lo cual conduce a una serie de beneficios económicos, sociales y ambientales. El nivel de penetración de este tipo de tecnologías ha sido, sin embargo, desigual entre los hogares del país, situación que ha producido un escenario de desigualdad social. En este contexto, se propuso como objetivo general de este trabajo caracterizar económica, social y territorialmente a los hogares mexicanos que sufren la privación de refrigeradores energéticamente eficientes. Los resultados indican que cerca de 9 millones de



hogares (27 % del total nacional) sufren este tipo de privación, los cuales pueden caracterizarse como desplazados, pobres semiurbanos, pobres urbanos y clases medias urbanas. Ante este escenario de desigualdad social, se propone implementar una política de sustentabilidad energética que incorpore de manera transversal la dimensión social implícita en el uso de un equipo tan importante para el bienestar de la población como lo es el refrigerador. De la misma manera se propone que esta política se aplique de manera diferenciada en función de las características de los diferentes grupos de hogares encontrados. Una política de esta naturaleza ayudaría a mejorar las dimensiones económica, social y ambiental implícitas en la relación entre energía y desarrollo sustentable.

Notas al pie:

<sup>1</sup> Los programas de conservación de energía a nivel estatal aparecen en la parte C del Título V de la Energy Policy and Conservation Act de 1975. Otro tema importante que aparece en dicho decreto es el reembolso económico a los estados por el ahorro energético correspondiente a la aplicación de los programas (sección 462 de la parte B del Título IV).

<sup>2</sup> LED significa: light-emitting diode, en español diodo emisor de luz.

<sup>3</sup> La diferencia entre ambas etiquetas es que la etiqueta tradicional conocida como etiqueta amarilla, muestra al consumidor el consumo máximo de energía eléctrica al año, mientras que el sello FIDE garantiza que el refrigerador presenta los menores niveles de este consumo en función del tamaño o capacidad del refrigerador, número de puertas y tipo de congelador.

<sup>4</sup> El análisis de conglomerados k-medias no encuentra el número óptimo de conglomerados, por lo cual se debe ingresar el número de conglomerados y obtener los resultados correspondientes.

<sup>5</sup> No tendría sentido visual ofrecer más de tres dimensiones, de ahí que el ACM presente los resultados en dos o tres dimensiones.

<sup>6</sup> Por ejemplo, el valor del centroide del conglomerado 2 en la variable PUERTAS es dos. Este resultado significa que los hogares que conforman este conglomerado se ubican en la segunda categoría de esta variable, que corresponde a dos o más puertas.

<sup>7</sup> Como se comentó en la sección de antecedentes, si bien en este trabajo se considera que los refrigeradores que cumplen con la NOM-015-ENER-1997 son refrigeradores energéticamente eficientes, también se considera que aquellos que cumplen con dicha norma, pero tengan una antigüedad no mayor a diez años no cumplen con los estándares mínimamente aceptables de eficiencia energética.

<sup>8</sup> Véase sección de introducción donde se comenta el escenario de aplicación de estas normas oficiales.

## Bibliografía

- Banerjee, A. y Solomon, B. D. (2003). Eco-labeling for energy efficiency and sustainability: A meta-evaluation of US programs. *Energy policy*, 31(2), 109-123.
- Berg, W., Nowak, S., Kelly, M., Vaidyanathan, S., Shoemaker, M., Chittum, A., DiMascio, M. y De Lucia, H. (2016). *The 2016 state energy efficiency scorecard*. Washington, DC, Estados Unidos: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- Boegle, A., Singh, D. y Sant, G. (2010). *Energy saving potential in Indian households from improved appliance efficiency*. Pune, India: Prayas Energy Group.
- Chunekar, A. (2014). Standards and Labeling program for refrigerators: Comparing India with others. *Energy Policy*, 65, 626-630.
- Coneval (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2018). *Medición de la pobreza*, México: CONEVAL. Recuperado de [https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza\\_2016.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2016.aspx)
- Conuee (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía) (2018). *Acciones y programas. Sección: Normalización*. México: CONUEE. Recuperado de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/seccion-normalizacion-21484?state=published>
- Congress, U. S. (1978). *National Energy Conservation Policy Act*. Public Law, 95619, Estados Unidos.
- Cravioto, J., Yamasue, E., Okumura, H. y Ishihara, K. N. (2014). Energy service satisfaction in two Mexican communities: A study on demographic, household, equipment and energy related predictors. *Energy Policy*, 73: 110-126.
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-072-SCFI-1994, Eficiencia energética de refrigeradores electrodomésticos-Límites-Métodos de prueba y etiquetado*. Lugar de publicación: DOF. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4738058&fecha=08/09/1994](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4738058&fecha=08/09/1994)
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1997). *NORMA Oficial Mexicana NOM-015-ENER-1997, Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado*. Lugar de publicación: DOF. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4887178&fecha=11/07/1997](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4887178&fecha=11/07/1997)
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-015-ENER-2012, Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado*. Lugar de publicación: DOF. Recuperado de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4646/sener/sener.htm>
- Druckman, A. y Jackson, T. (2008). Household energy consumption in the UK: A highly geographically and socio-economically disaggregated model. *Energy Policy*, 36(8), 3177-3192.



- Everitt, B. S. y Dunn, G. (2001). *Applied multivariate data analysis*. Vol. 2, Londres: Arnold.
- Fell, M. J. (2017). Energy services: A conceptual review. *Energy research & social science*, 27: 129-140.
- FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica) (2018). *Tipos de sello Fide*. México: FIDE. Recuperado de [http://www.fide.org.mx/?page\\_id=378](http://www.fide.org.mx/?page_id=378)
- Geller, H. (1997). National appliance efficiency standards in the USA: cost-effective federal regulations. *Energy and Buildings*, 26(1), 101-109.
- Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A. H., Tanishima, S. y Unander, F. (2006). Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. *Energy policy*, 34(5), 556-573.
- Greenacre, M. (2017). *Correspondence analysis in practice*. Barcelona: Chapman and Hall/CRC.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. (2007). *Análisis multivariante*. Estados Unidos: Prentice Hall, 5a. edición
- Harrington, L. y Wilkenfeld, G. (1997). Appliance efficiency programs in Australia: labelling and standards. *Energy and buildings*, 26(1), 81-88.
- Healy, J. D. y Clinch, J. P. (2004). Quantifying the severity of fuel poverty, its relationship with poor housing and reasons for non-investment in energy-saving measures in Ireland. *Energy Policy*, 32(2), 207-220.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/encevi/2018/>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2017). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2016*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/nc/2016/default.html>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2015). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2014*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/nc/2014/default.html>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2013). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2012*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/nc/2012/default.html>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2011). Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2010. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/nc/2010/default.html>

- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2009). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2008*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/nc/2008/default.html>
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2007). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2006*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/tradicional/2006/default.html>
- Kaufman, L. y Rousseeuw, P. J. (2009). Finding groups in data: an introduction to cluster analysis. Vol. 344, Bruselas: John Wiley & Sons.
- Khanna, N. Z., Zhou, N., Fridley, D. y Fino-Chen, C. (2013). Evaluation of China's local enforcement of energy efficiency standards and labeling programs for appliances and equipment. *Energy policy*, 63, 646-655.
- Kozulj, R. (2009). *Contribución de los servicios energéticos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a la mitigación de la pobreza en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Letscher, V., McNeil, M. y Sánchez, I. (2011). *Normas de desempeño energético mínimo para refrigeradores en México*. Ciudad de México, México: Berkeley Lab e Instituto de investigaciones en México.
- Mills, B. y Schleich, J. (2012). Residential energy-efficient technology adoption, energy conservation, knowledge, and attitudes: An analysis of European countries. *Energy Policy*, 49, 616-628.
- Modi, V., McDade, S., Lallement, D. y Saghir, J. (2005). *Energy services for the Millennium Development Goals*. Washington, D. C., 20433, Estados Unidos: The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank and the United Nations Development Programme.
- Nadel, S. (2002). Appliance and equipment efficiency standards. *Annual Review of Energy and the Environment*, 27(1), 159-192.
- Nakagami, H. y Litt, B. (1997). Appliance standards in Japan. *Energy and buildings*, 26(1), 69-79.
- Nordqvist, J. (2006). *Evaluation of Japan's Top Runner Programme. AID-EE*. Recuperado de <https://www.ecofys.com/files/files/aid-ee-2006-evaluation-top-runner-japan.pdf>
- Parikh, K. S. y Parikh, J. K. (2016). Realizing potential savings of energy and emissions from efficient household appliances in India. *Energy Policy*, 97, 102-111.
- Policy, E. (2006). *Conservation Act of 1975*. Public Law, 94(163), 1978-18, Estados Unidos.



- Sanchez, M. C., Brown, R. E., Webber, C. y Homan, G. K. (2008). Savings estimates for the United States Environmental Protection Agency's ENERGY STAR voluntary product labeling program. *Energy policy*, 36(6), 2098-2108.
- Schiellerup, P. (2002). An examination of the effectiveness of the EU minimum standard on cold appliances: the British case. *Energy Policy*, 30(4), 327-332.
- Sener (Secretaría de Energía) y AIE (Agencia Internacional de Energía) (2011). *Indicadores de sustentabilidad energética: 5 sectores, 5 retos*. Ciudad de México, México: SENER.
- Sener (Secretaría de Energía) (2017). *Balance Nacional de Energía 2016*. Ciudad de México, México: SENER.
- Sovacool, B. K. (2011). Conceptualizing urban household energy use: Climbing the “Energy Services Ladder”. *Energy Policy*, 39(3), 1659-1668.
- Tojo, N. (2005). *The Top Runner Program in Japan - its effectiveness and implications for the EU, Report 5515*. Stockholm, Swedish: Environmental Protection Agency,
- Waide, P. (2001). Findings of the Cold II SAVE Study to Revise Cold Appliance Energy Labeling and Standards in the EU. *Proceedings of the 2001 ECEEE Summer Study*, II, pp. 376-389. Paris, France: European Council for an Energy-Efficient Economy
- Young, D. (2008). When do energy-efficient appliances generate energy savings? Some evidence from Canada. *Energy Policy*, 36(1), 34-46.
- Zhou, N., Levine, M. D. y Price, L. (2010). Overview of current energy-efficiency policies in China. *Energy policy*, 38(11), 6439-6452.