

# El Rol de la Eficiencia Energética en el Sector Residencial para la Transición Energética en la Región Latinoamericana\*

## *The Role of Energy Efficiency in the Residential Sector for the Energy Transition in the Latin American Region*

---

MARINA RECALDE\*\* | FLORENCIA ZABALOY\*\*\* | CARINA GUZOWSKI\*\*\*\*

---

### ► RESUMEN

En este trabajo se analiza el concepto de transición energética justa, con especial énfasis en el aporte potencial del sector residencial a este objetivo. A estos efectos, se realiza un análisis de las transiciones recientes y de las políticas de eficiencia energética residenciales en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay. Entre los aspectos de mayor relevancia, se destaca que las transiciones energéticas en la región han estado más relacionadas con la sustitución de fuentes energéticas en la generación eléctrica, y que queda aún un interesante camino por andar, con muchas oportunidades de política para la promoción de eficiencia energética residencial.

**Palabras clave:** *Transición energética justa | Eficiencia energética | Consumo residencial.*

### ► ABSTRACT

This paper analyzes the concept of a fair energy transition, with special emphasis on the potential contribution of the residential sector to this objective. For these purposes, an analysis is made of recent transitions and residential energy efficiency policies in Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Mexico and Uruguay. Among the most relevant aspects, it is

\* Las opiniones vertidas en el presente artículo son de exclusiva responsabilidad de las autoras y no comprometen en absoluto a las instituciones a las cuales pertenecen.

\*\* Doctora en Economía. Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) y de la Fundación Bariloche. Correo electrónico: mrecalde@gmail.com

\*\*\* Candidata a doctora. Profesora de Economía de la Universidad Nacional del Sur (Argentina). Correo electrónico: florencia.zabaloy@uns.edu.ar

\*\*\*\* Doctora en Economía. Profesora de la Universidad Nacional del Sur (Argentina), Departamento de Economía; e investigadora del Instituto de Investigaciones Sociales y Económicas del Sur. Correo electrónico: cguzow@criba.edu.ar

highlighted that energy transitions in the region have been more related to the substitution of energy sources in electricity generation, and that there is still an interesting way to go, with many policy opportunities for the promotion of residential energy efficiency.

**Keywords:** *Fair energy transition | Energy efficiency | Residential consumption.*

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, se ha incrementado el reconocimiento y el consenso sobre la importancia del fenómeno del cambio climático y el calentamiento global, así como el rol que tienen en este fenómeno las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico (Oreskes, 2004; Hansen, Sato, Kharecha *et al.*, 2008; Doran and Zimmerman, 2009; Anderegg, 2010; IPCC, 2013). Rockström, Steffen, Noone *et al.* (2009) muestran que la humanidad se encuentra transitando una era antropocena, que se caracteriza por un incremento sostenido de la concentración de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Mientras que los valores de CO<sub>2</sub> preindustriales se encontraban cercanos a los 280 p.p.m., y que el umbral crítico de concentración se encuentra entre los 350 y 500 p.p.m. (Hansen *et al.*, 2008), en octubre de 2017 dichas concentraciones eran cercanas a 404 p.p.m. A pesar de los esfuerzos de mitigación, según el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Earth System Research Laboratory, en los últimos años los GEI presentan una tendencia creciente.

Diversos estudios muestran que la gran mayoría de las emisiones antropogénicas de GEI se encuentran relacionadas en forma directa e indirecta con la quema de combustibles fósiles, lo que convierte al sector energético en un sector clave para comprender su evolución. Así, los determinantes de la demanda energética deben ser tenidos en especial consideración. Dado que la demanda de servicios energéticos es una demanda derivada, depende de factores como la tendencia poblacional y demográfica, los niveles de actividad económica, el ingreso per cápita y los cambios tecnológicos y estructurales (Yeager, Dayo, Fisher *et al.*, 2012). La evolución futura de estas variables puede ser crítica al momento de proyectar los GEI.

El crecimiento poblacional mundial ha sido y será un factor crítico para las emisiones de GEI. Diferentes escenarios proyectan un crecimiento poblacional que llevará a la población mundial a 9-15 billones en 2100 (Riahi, Dentener, Gielen *et al.*, 2012), con significativos incrementos en las tasas de urbanización, lo que impactará sobre la demanda de energía. La mayor pro-

porción del crecimiento poblacional y la urbanización se evidenciará en los países en desarrollo, aspecto que, sumado a las expectativas de crecimiento económico en las economías en desarrollo, pondrá especial presión sobre las acciones de mitigación en los mismos (Recalde *et al.*, 2014). Esta situación ya se ha venido evidenciando. De acuerdo a la U.S. Energy Information Administration, en el periodo 2001-2012 las emisiones energéticas crecieron significativamente en los países en desarrollo, mientras que permanecieron relativamente estables en los países desarrollados. Diferentes escenarios de política coinciden en remarcar que en 2040 o 2050 serán los países en desarrollo los responsables del mayor consumo de energía, y con ello de las emisiones, ya que sus economías se encontrarán en expansión y la tasa de crecimiento poblacional será superior a la de los países desarrollados, y que muy posiblemente basarán gran parte de su oferta energética en combustibles fósiles (DOI/EIA, 2013; IPCC, 2013).

La concentración en términos de países emisores es tal que de acuerdo a la información del World Resources Institute (WRI) los 10 principales países (China, Estados Unidos, Unión Europea, India, Rusia, Japón, Brasil, Indonesia, Canadá y México) representan en conjunto tres cuartos del total de las emisiones de GEI, siendo cuatro de ellos países en desarrollo. Para el caso de los principales países emisores, al menos, el sector energético es por lejos el mayor responsable de las emisiones de GEI, y en su mayoría dichas emisiones provienen de la generación de electricidad, calor y transporte (Recalde, 2017).

Es en este contexto que las políticas de mitigación en el sector energético y el concepto de transición energética cobran vital importancia. Autores como Grubler destacan que el mundo debe evolucionar hacia la próxima transición energética, pues los sistemas energéticos en su configuración actual no son sustentables desde la perspectiva ambiental, económica y social (Recalde, 2017). El autor se refiere con esta definición a una perspectiva más amplia que la comúnmente utilizada, ya que no sólo hace referencia al impacto ambiental de los sistemas energéticos, sino que también enfatiza que miles de millones de personas se encuentran excluidas de los beneficios alcanzados por las transiciones energéticas pasadas, las cuales lograron mejorar el acceso a la energía moderna y limpia tanto en hogares como en el sector productivo. Aparece entonces del concepto de *transición energética justa* (JET, por sus siglas en inglés).

Si bien el concepto de transición energética se encuentra estrechamente asociado a las energías renovables, la eficiencia energética (EE) podría jugar un rol fundamental, en especial para los países en desarrollo. A pesar de las proyecciones de incremento en el consumo de energía en países en desarro-

llo, que podría resultar de la asociación positiva entre el consumo de energías modernas y el ingreso per cápita, es posible esperar ganancias netas de eficiencia en el sector residencial que podrían reducir la tasa de crecimiento del consumo energético a medida que los países se desarrollan (Jimenez y Yépez-García, 2016). Este tipo de políticas podría tener efectos positivos sobre el impacto ambiental del sector energético, y co-beneficios económicos y sociales al reducir las necesidades de inversión futuras a nivel macro y microeconómico.

La importancia de la promoción de la EE es tal que la propia Agencia Internacional de la Energía estima que hacia 2050 se podrían reducir 40% de emisiones GEI gracias a la implementación de políticas de EE en la generación de electricidad, y en los sectores de transporte, industria, edificación e infraestructura. Los senderos posibles de productividad energética juegan un rol crucial, y en ellos los *drivers* principales, tales como el desempeño tecnológico, las innovaciones, las políticas y el comportamiento de la población, en lo que respecta a su relación con el consumo de energía (Energy Transitions Commission, 2016).

En el caso de América Latina, la transición energética es esencial para alcanzar la reducción de emisiones planificada en el acuerdo de París, y transitar un camino hacia la descarbonización en el futuro (Institute of the Americas, 2017). Se espera que a partir de la implementación de buenas prácticas se podrían lograr ahorros cercanos a 15-20% en la región, sobre todo haciendo foco en el manejo de la demanda, redes inteligentes y cambios en los patrones de consumos y comportamientos.

En este marco, el objetivo de este trabajo es analizar el concepto de transición energética desde una perspectiva integral, y analizar la contribución que pueden tener las políticas de EE en el sector residencial para el sendero de la JET. Se propone realizar un análisis preliminar de las transiciones energéticas recientes y de las políticas de EE residenciales en un conjunto de países de la región latinoamericana: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, y Uruguay.

El trabajo se encuentra estructurado en seis secciones. Las dos primeras secciones discuten la importancia y estructura del consumo energético y el concepto de transición energética justa. En el siguiente apartado se estudia la evolución de la composición de las matrices energéticas de los distintos países, para verificar cuáles son las características del proceso de transición energética que se está atravesando actualmente. En la quinta sección se realiza una revisión breve de las distintas políticas de EE en el sector residencial en los países bajo estudio. Por último, se presentan las reflexiones finales.

## 1. CONSUMO ENERGÉTICO: DETERMINANTES Y PERSPECTIVAS

La relación entre el consumo de energía y el nivel de actividad ha sido uno de los aspectos más estudiados. Por un lado, muchos de los estudios se focalizan en analizar la existencia de una relación de corto y largo plazo entre energía y nivel de actividad en términos agregados o desagregados (Kraft y Kraft, 1978; Zachariadis, 2007; Barleet y Gounder, 2010; Tsani, 2010; Chang and Soruco Carballo, 2011). En estos análisis, el objetivo suele ser la determinación de la existencia y dirección de una relación de causalidad entre ambas variables y, en caso de existir, la dirección de la misma.<sup>1</sup> Por otro lado, otros estudios intentan averiguar la elasticidad (ingreso y precio) del consumo de energía respecto de algunas variables básicas, con el objetivo de indagar sobre la reacción del consumo ante cambios en variables clave e incluso ante determinadas políticas energéticas.

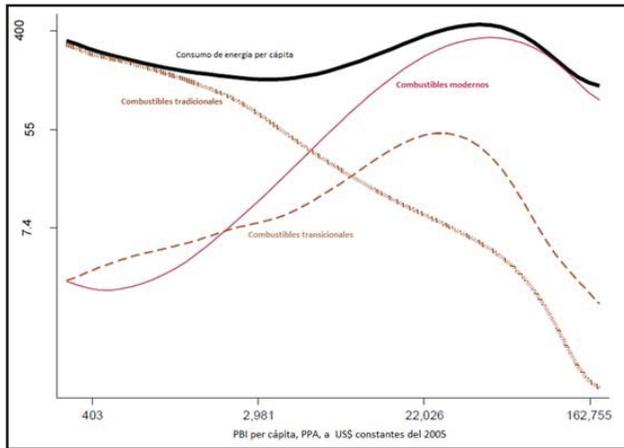
El punto crítico de estas discusiones en términos del debate energético y climático para los países en desarrollo es cuál será el futuro del consumo energético (y con él, de las emisiones por quema de combustibles) en estas regiones, a medida que las mismas transiten senderos de crecimiento y desarrollo económico. En este sentido, tal como destacan Jimenez y Yépez-García (2016), comprender cuál es la composición y el ritmo de crecimiento de la demanda energética es fundamental para mejorar la planificación energética y abordar los desafíos ambientales y de demanda de financiamiento para la provisión de suficiente oferta energética a los países. Por estos motivos, los autores analizan la evolución del consumo de energía en el sector residencial en relación con el ingreso per cápita a nivel mundial, encontrando, al menos, dos aspectos de importancia. En primer lugar, la sustitución entre combustibles tradicionales y modernos que se observa a medida que los hogares pasan de ingresos bajos a ingresos medios y altos. En segundo lugar, y en estrecha relación con esta sustitución (aunque no solamente a raíz de esto), el consumo energético de los sectores residenciales no tiene una pendiente lineal, sino que presenta un patrón en forma de s.<sup>2</sup>

Los autores destacan que los efectos sustitución son mayores en las fuentes tradicionales de energía (biomasa tradicional en su mayoría), y que existe un efecto riqueza positivo en los combustibles transicionales y modernos (kerosene en el primer grupo y gas natural y electricidad en el segundo). Este

1 Desde el punto de vista de la política energética y ambiental, la direccionalidad de dicha causalidad es crucial, puesto que los resultados en torno a una u otra dirección serán determinantes para la elaboración de políticas de conservación energética y abastecimiento.

2 Existen distintos puntos de inflexión a medida que se incrementan los ingresos (Meier, Jamasb y Orea, 2013; Rodríguez-Oreggia y Yépez-García, 2014).

FIGURA 1  
Evolución del consumo energético y PIB per cápita



Fuente: Jimenez y Yépez-García, 2016.

comportamiento de los combustibles es el esperado, de acuerdo a la teoría económica tradicional, ya que las fuentes tradicionales podrían considerarse bienes inferiores, mientras que los combustibles transicionales y modernos serían bienes normales.

Sin embargo, uno de los resultados de mayor importancia del estudio de Jimenez y Yépez-García (2016) es que el consumo del sector residencial presenta un punto de inflexión o de saturación a partir del cual se observan ahorros netos de energía que reducirían el consumo de energía per cápita a niveles de ingresos altos. Este aspecto se podría relacionar con la hipótesis Curva de Kuznets Ambiental (CKA), de Grossman y Krueger (1991) y Panayotou (1993), que establece una relación entre degradación ambiental y crecimiento económico.<sup>3</sup> De acuerdo a la CKA, existe una relación funcional con forma de U invertida entre el crecimiento económico y la degradación ambiental, lo que significa que el deterioro ambiental es una función creciente del nivel de actividad económica hasta un determinado *nivel crítico de renta* o *turning point*, a partir del cual mayores niveles de renta se asocian a niveles progresivamente mayores de calidad ambiental (Zilio y Recalde, 2011). El argumento central de la CKA es que los sectores de ingresos más bajos no de-

<sup>3</sup> La CKA es así llamada por su similitud con la relación que Kuznets (1955) estableciera entre crecimiento económico y desigualdad en la distribución del ingreso.

mandarán mejoras ambientales en la medida que no cubran otras necesidades básicas (como nutrición, educación o asistencia sanitaria, etcétera); una vez que los individuos han alcanzado un determinado nivel de vida, otorgarán mayor valor a los bienes y servicios ambientales, elevando su disposición a pagar por ellos en una proporción mayor al crecimiento del ingreso (Roca, 2003). Esta hipótesis se debe a la congruencia de tres efectos: el efecto escala (mayores ingresos requieren de consumo de mayores materiales e incrementos en el impacto ambiental); el efecto composición (el proceso de desarrollo de las naciones puede venir atado a cambios en la estructura económica y, con ello, mejoras ambientales) y el efecto tecnología.<sup>4</sup> Este último efecto puede asociarse también a un efecto ingreso positivo, que se desprende del trabajo de Jimenez y Yépez-García (2016). El efecto tecnología implica que una nación más rica tiene mayor capacidad para invertir recursos en actividades de investigación y desarrollo con vistas a la innovación y el desarrollo de tecnologías limpias. Por lo tanto, a mayores niveles de ingreso per cápita, mayor será la calidad ambiental obtenida a través de la implementación de mejoras tecnológicas.<sup>5</sup>

La cka ha sido aplicada para el caso específico del consumo energético (Luzzati y Orsini, 2009; Zilio y Recalde, 2011). En el caso de América Latina, por ejemplo, Zilio y Recalde (2011) encuentran que no se verifica la hipótesis de la cka, y que la curva exhibe un patrón en forma de U y no de U invertida. Entre algunos de los motivos para explicar estos resultados se encuentra que, dados los niveles de desarrollo e ingreso de los países para el periodo seleccionado, las elasticidades ingreso son elevadas, con lo cual el efecto escala es significativo; al tiempo que los altos niveles de desigualdad y falta de acceso a suficiente información ambiental que presenta la región debilitan uno de los impactos positivos que se esperarían del proceso de crecimiento.<sup>6</sup> Adicionalmente, el rango de ingresos en el cual se encuentra la región latinoamericana no se encuentra cerca de los niveles en los cuales otros autores encontraron *turning points* a nivel global y por regiones.

En efecto, Jimenez y Yépez-García (2016) encuentran que, en el caso específico de la región latinoamericana, la pendiente en forma de S de la curva de consumo energético per cápita parece ser menos pronunciada, con puntos de inflexión menos marcados. Claramente este hallazgo se relacionaría con

4 Para una mayor definición y descripción de estos efectos, véase Grossman y Krueger, 1991.

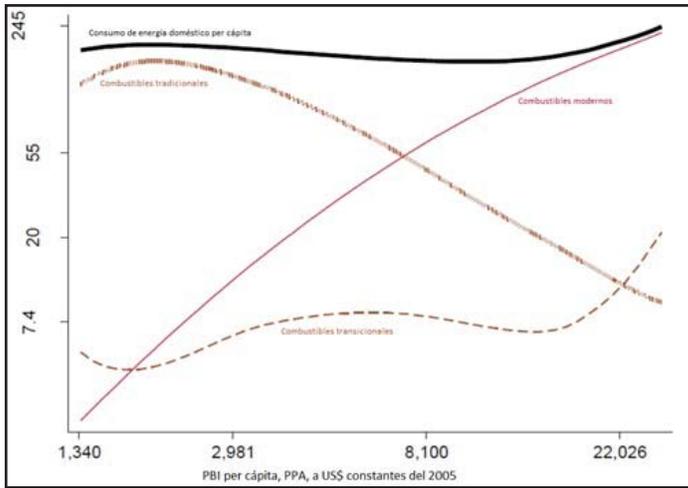
5 Hay que tener cuidado con la misma, ya que de esta hipótesis se desprende el hecho de que el crecimiento económico podría ser la causa y la solución al impacto ambiental.

6 Aun cuando la elasticidad ingreso de la demanda de calidad ambiental sea relativamente alta, en aquellos países en los que se registra un elevado índice de desigualdad la demanda de bienes inferiores podría ser mayor.

el rango de ingresos en que se presenta la distribución de los países latinoamericanos, en los cuales, a diferencia del caso mundial, los ingresos inferiores (1.300 USD) son alrededor de tres veces los correspondientes a nivel mundial (403 USD), y los ingresos superiores son siete veces menores (22.000 USD) a lo que sucede a nivel global (167.000 USD).

FIGURA 2

Consumo de energía en el sector residencial a lo largo de la distribución del ingreso en América Latina<sup>7</sup>



Fuente: Jimenez y Yépez-García, 2016.

Este aspecto hace, por un lado, que la relación entre el consumo de energías tradicionales, transicionales y modernas sea diferente. Por otro lado, se observa que el rango de ingresos en los cuales se encuentra la región latinoamericana no parece ser aún lo suficientemente elevado para que los efectos ingresos (o el efecto tecnología en el marco de la CKA) generen impactos significativos en términos de ahorros energéticos.

<sup>7</sup> De acuerdo a los autores la estimación se basa en 22 países de América Latina y el Caribe en el período 1971-2013. Los ejes se encuentran en escala logarítmica. El PIB per cápita se encuentra en paridad de poder de compra (PPP).

## 2. LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA, EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y EL POTENCIAL APORTE DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

En los últimos años, motivados por diferentes aspectos, la literatura sobre la transición energética se ha incrementado significativamente, con estudios que van desde análisis específicos a transiciones energéticas a escala local, hasta análisis de los impactos globales de las transiciones (Grübler, 2007; Fouquet, 2010; Urkidi, 2015; Imbert, Ladu, Morone y Quitzw, 2017; Rosenow *et al.*, 2016, entre otros).<sup>8</sup> No obstante, tal cual afirma Araújo (2014), no existe una definición universalmente aceptada del concepto. Los enfoques son múltiples, centrados algunos en los aspectos tecnológicos, de oferta y cambios de matriz energética; mientras que otros se focalizan más en aspectos de demanda. Existen inclusive otros enfoques, como el de los sistemas socio-ecológicos, el cual plantea que éste resulta fundamental para el manejo de los ecosistemas, porque toma en consideración la complejidad del sistema. En este sentido, Brailovsky y Foguelman (2006) sostienen que el medio natural condiciona, influye, moldea, pero es a su vez construido por las diferentes sociedades humanas. Por lo tanto, las condiciones ambientales de un país están íntimamente ligadas al estilo de desarrollo y con las sucesivas fases de desarrollo atravesadas por el país. Estos autores definen al ambiente como la resultante de interacciones entre sistemas ecológicos y socioeconómicos, susceptibles de provocar efectos sobre los seres vivos y las actividades humanas, que en última instancia determinan el modo de utilización de los recursos naturales y del espacio nacional (Brailovsky y Foguelman, 2006, pp. 17-18).

Esta postura se relaciona con ética ambiental, ya que ésta propone que la Tierra y los seres humanos no constituyen dos esferas separadas. Se plantea como objetivo analizar críticamente las relaciones de los seres humanos con el ambiente del que forman parte, y cuestiona los modos de vida y desarrollo que inciden en tales relaciones (Rozzi, Primack, Feinsinger *et al.*, 2001, p. 311).

Por lo tanto y desde una perspectiva amplia, se entiende por transición energética todo cambio de un sistema energético desde un estado a otro, en lo que respecta a la cantidad, calidad y estructura, bien de la oferta energética o de los usos energéticos, en un momento del tiempo y en un espacio determinado (Grübler, 2007, 2012). En forma más general, se la puede entender como un cambio estructural de la forma en la cual los servicios energéticos

<sup>8</sup> La literatura reciente es tan amplia que citarla en este apartado sería imposible. Algunos de los trabajos mencionados presentan resúmenes de los abordajes más recientes que pueden resultar de interés al lector.

son entregados y utilizados (Rosenow *et al.*, 2016). De esta definición se desprende la naturaleza múltiple y amplia del concepto en sí, y las diferentes dimensiones del mismo. Así, una transición energética puede referirse a cambios en la composición de la oferta energética, desde matrices más concentradas en el carbón mineral a matrices más concentradas en gas natural, por ejemplo; o a cambios en el consumo energético, como reducción de la participación del consumo agrícola y aumento del consumo industrial por cambios en la estructura económica, o incrementos en el consumo residencial como resultado de procesos de desarrollo social; también pueden incluirse variaciones en la forma en la cual los sectores de uso final consumen la energía, asociada a cambios tecnológicos o de comportamiento. Al mismo tiempo, estos procesos son tiempo y espacio dependientes, lo que le otorga al concepto un dinamismo y características propias. En este sentido, si bien el concepto de transición energética ha cobrado mayor énfasis y relevancia en los últimos años, sobre todo en el marco de la aplicación de políticas de reducción del impacto ambiental del sector energético y la descarbonización de los sistemas, la transición energética es tan antigua como el desarrollo mismo de los sistemas energéticos (Nakicenovic *et al.*, 1998; Grübler, 2007, 2012).

En lo que hace al consumo del sector residencial, Jimenez y Yépez-García (2016) explican que diferentes estudios han encontrado que los hogares evidencian tres tipos de transiciones a medida que evolucionan los ingresos. En una primera fase de ingresos bajos, los hogares recaen principalmente en biomasa tradicional; en una segunda fase de ingresos medios, el sector residencial avanza hacia el uso de combustibles más tradicionales, como kerosene o carbón mineral. Finalmente, en los niveles más altos de ingresos se sustituyen estos combustibles por la utilización de gas (gas natural o GLP) y electricidad. Los autores resaltan que los *drivers* de estas transiciones son los precios de los energéticos, ingreso de los hogares y factores culturales (Arseneau, 2011; Heltberg, 2004; Leach 1992; Jimenez y Yépez-García, 2016).

A pesar de la importancia de la promoción de las energías renovables (o energías de cero emisiones de carbono) para la transición energética futura, ésta requerirá la mejora en la productividad energética. En su informe *Shaping Energy Transitions*, la Energy Transitions Comissions enfatiza que el cambio global de los sistemas energéticos se alcanza de forma más clara con una combinación de políticas de incremento en la participación de las energías de cero emisiones y de la promoción de productividad energética (Energy Transitions Comissions, 2016). Es en este sentido entonces que las políticas de promoción de la EE tienen una importancia fundamental para la transición energética sustentable, la cual no se podrá alcanzar en forma exclusiva con el paso hacia energías renovables.

Claramente, y considerando que la EE en el consumo puede alcanzarse en los diferentes subsectores (agrícola, servicios, industria, residencial, etcétera), los *drivers* y motivaciones serán diferentes en cada caso. En forma general, algunos de los *drivers* principales que pueden remarcarse para la promoción de la EE en el sector residencial a lo largo de las últimas décadas se han encontrado relacionados con los precios de los energéticos y las potencialidades de ahorro en las facturas energéticas, la búsqueda de mejoras en el confort de los estándares de vida, la mejora en las condiciones de sanidad, los desarrollos tecnológicos que elevan los estándares de calidad de los electrodomésticos, los códigos de edificación y otras medidas de promoción de la EE (American Council for an Energy-Efficient Economy, 2016).

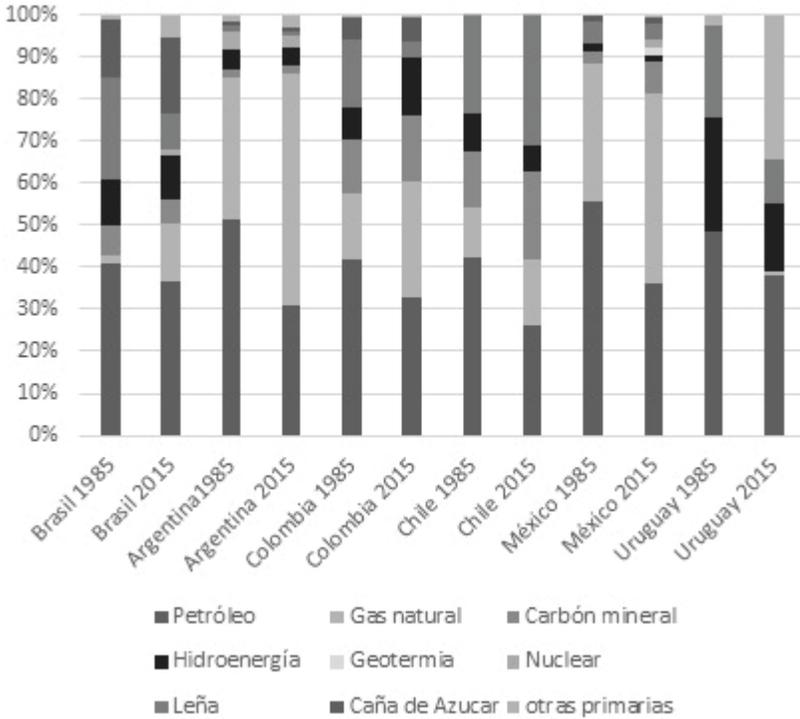
No obstante su importancia, es necesario indagar sobre el concepto de la transición energética, particularmente para los países en desarrollo en el mundo. La transición energética requiere necesariamente de avances tecnológicos (tanto en lo que hace al uso y aprovechamiento de energías renovables como en lo referido a mejoras en la EE), aspecto que al mismo tiempo demandará profundizar la transferencia de tecnología entre regiones de diferente grado de desarrollo (Patwardhan, Azevedo, Foran *et al.*, 2012).

En este contexto, surge la necesidad de plantear el concepto de JET, que es aquel sendero en el cual existe una reconciliación de las necesidades materiales de los sectores más pobres con la necesidad de alcanzar los objetivos de mitigación del cambio climático (Jakob y Steckel, 2016). La JET asegura la sustentabilidad ambiental, al tiempo que genera empleo decente y trabaja en la inclusión social y erradicación de la pobreza; estos aspectos se encuentran presentes en el Acuerdo de París y en las directrices sobre el armado de los planes de cambio climático a los países (Just Transition Centre, 2017). Así, una JET es aquella que no sólo tiene en cuenta los recursos energéticos, sino factores propios de los países, como características culturales y reducción de la pobreza (Tabare Arroyo, 2017).

### 3. TRANSICIONES ENERGÉTICAS RECIENTES EN LOS PAÍSES SELECCIONADOS

En este apartado se estudia la composición de las matrices energéticas de los países bajo análisis, con el objetivo de evidenciar las principales tendencias del proceso de transición energética que se está transitando en la actualidad. La figura 3 muestra la evolución entre 1985 y 2015 en la conformación de la oferta de energía primaria para los países seleccionados.

FIGURA 3  
Evolución de la oferta de energía primaria 1985-2015 para países seleccionados



Fuente: Elaboración propia, con datos de SIEE, OLADE, 2017.

En el periodo considerado se observa una disminución en la dependencia del petróleo (inclusive en México) y un aumento en la participación del gas, salvo en Uruguay, que hasta 1995 no registraba a esta fuente en la matriz energética y comienza a aparecer recién a partir de 2005. En los 30 años analizados en los países de la muestra, pierde peso el petróleo en la matriz de energía primaria. Particularmente en Chile, en esos mismos años aumenta la participación de la leña y del carbón y, a su vez, entre 2005 y 2015 baja la participación del gas, principalmente debido a la crisis del gas en Argentina, que suspendió las exportaciones de este recurso al país limítrofe.

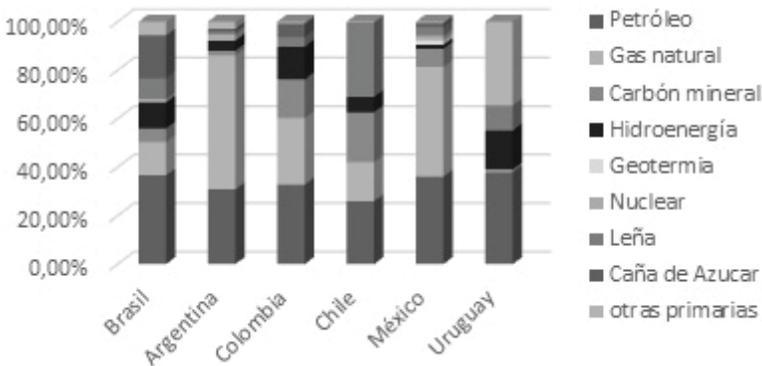
Por lo tanto, a nivel de fuente energética, entre los años extremos citados parecería manifestarse en estos países los síntomas de un cambio de tendencia, con la incorporación paulatina del gas natural (el combustible más importante en la generación térmica) en la matriz de energía primaria, veri-

ficándose una transición energética hacia sistemas más limpios donde, y tal como se expresara en la sección 1, el gas natural aparece claramente como el combustible transicional hacia una configuración energética más sustentable desde la perspectiva ambiental, económica y social. En este sentido, puede decirse que el gas natural en algunos países como Argentina preside la agenda energética de la próxima década. En primer lugar, porque hay más gas convencional para explorar y explotar, y además hay *tight gas* (gas de arenas compactas) y *shale gas* (gas de esquisto) en desarrollo en el principal reservorio de Vaca Muerta (Montamat, 2016).

No obstante, para el año 2015 estos países muestran una oferta de energía primaria sostenida en los combustibles fósiles (petróleo y gas), con escasa participación aún de otras primarias, como eólica y solar (a excepción de Uruguay), con una presencia destacada de la hidroenergía en todos los casos (Figura 4). Se trata de un sistema hidrotérmico, que ha evolucionado paulatinamente hacia el gas natural y que en la actualidad presenta el desafío de la incorporación de las nuevas fuentes renovables de energía (NFRE).

FIGURA 4

Oferta de energía primaria en países seleccionados, 2015



Fuente: Elaboración propia, SIEE, OLADE, 2017.

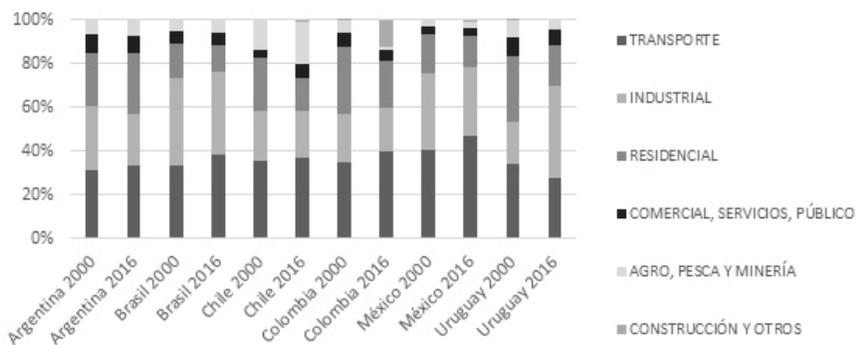
Al analizar la evolución en la participación de los distintos sectores en el consumo final de energía entre 2000 y 2016, se observa que el único país de los seis estudiados donde aumentó la participación del sector residencial es en Argentina, tal como se nota en la Figura 5. Esto se debió a políticas de fuerte subsidio a la energía en el sector residencial, que incrementó su importancia en el consumo final de energía. Es así que, por ejemplo, en 2015 un usuario residencial argentino tipo pagaba una tarifa 17 veces menor que en Chile, y

una industria radicada en Argentina abonaba una tarifa 16 veces menor que una industria brasileña (CERES, 2015). Por lo tanto, podría decirse que los incrementos en el consumo residencial aparecen como resultado de un proceso de desarrollo social en el que se privilegió el acceso a la energía por parte del sector residencial.

En Brasil, en ese periodo aumenta la participación del sector transporte. En Chile aumentó la participación del sector transporte, servicios y agro, en desmedro del sector residencial e industrial. En términos generales, puede decirse que, a excepción de Uruguay, en todos los casos aumenta, en el periodo, la participación del sector transporte y también, salvo en Uruguay, disminuye la participación del sector industrial en el consumo final de energía.

FIGURA 5

Participación de los distintos sectores en el consumo final energético, 2000-2016



Fuente: Elaboración propia, SIEE, OLADE, 2017.

En los últimos 15 años se comprueba entonces que en países como Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay se verifica un cambio en la estructura de consumo, realizándose una transición hacia sistemas en los que el consumo de energía deja de estar liderado por el sector residencial, tal vez debido a que es justamente en este sector donde en el periodo estudiado, por un lado, se comenzaron a implementar medidas de EE o consumo responsable de la energía, y por otro, los precios de la energía han sufrido menores distorsiones que por ejemplo en el caso argentino. Según CERES (2015), se observa que Argentina y Venezuela son los países de la región que presentaban para 2015 las tarifas residenciales más bajas para todos los escalones de consumo analizados. Para un consumo de 30 kWh mes, un usuario en Argentina pagaba el 16% del valor de la tarifa promedio de la región, es decir que la tarifa prome-

dio regional era 6 veces mayor que la tarifa local. Asimismo, para consumos de 300 kWh (consumo promedio y rango en el que se concentra el mayor consumo residencial), el atraso tarifario en Argentina era aún mayor, con tarifas incluso más bajas que Venezuela. Tanto es así que un usuario residente en el AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires) abonaba una tarifa 17 veces menor que en Chile, 22 veces menor que en Brasil y 13 veces menor que el promedio regional.

Respecto al consumo de electricidad en el sector residencial, se observa que Colombia (82.83%), Argentina (71.15%) y Uruguay (72.91%) son los países en los que se consume más electricidad en el sector residencial, muy por encima de la media en América Latina y el Caribe, con el 59%.

#### 4. POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL EN LA REGIÓN LATINOAMERICANA

En este apartado se presenta una revisión de las principales políticas de EE en el sector residencial en los países bajo análisis, con el objetivo de conocer cuál es el grado de desarrollo de las mismas. En Argentina se ha intentado promover la EE en los años ochenta. No obstante, los programas propuestos fueron suspendidos debido a la inestabilidad económica. Recién a fines de los años noventa, comienzan a implementarse diversas medidas que logran permanecer en el tiempo. En efecto, en 1999 se lanzó la Resolución N° 319, que establece el etiquetado obligatorio y el cumplimiento de normas técnicas de ciertos electrodomésticos. Asimismo, el Programa de Uso Racional de la Energía (PURE) de 2004 fue el principal instrumento económico utilizado para promover la EE en los últimos años. El programa consistía en bonificar la tarifa a los individuos que hubieran logrado disminuir el consumo energético y penalizar a aquellos que no lo hicieran. Este programa sufrió diversos cambios a lo largo del tiempo, quedando finalmente en 2016 derogado. Una de las normativas más relevantes en la legislación argentina fue el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (Pronuree), de 2007, en el marco del cual se realizaron diversas campañas de recambio de equipos y se determinaron estándares mínimos para ciertos electrodomésticos. A su vez, en los últimos años se ha modificado la estructura tarifaria de electricidad para que sea más representativa y se han impulsado distintas campañas de educación y concientización, como por ejemplo, la confección de una guía de usos prácticos de EE para el sector residencial en 2017, por parte de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética, institución creada en 2015.

Al 2017, Argentina no cuenta aún con una ley que enmarque las estrategias y planes de acción de EE. No obstante, desde la subsecretaría de EE se encuentran trabajando en este sentido, con el fin de poder lograr el marco regulatorio que encuadre todas las acciones, el cual se piensa estará disponible en 2018.

Brasil tiene una alta trayectoria en el fomento de políticas de EE. En efecto, se comienza a promover la EE en 1984, con el establecimiento del Instituto Nacional de Meteorología, Estandarización y Calidad Industrial (Inmetro) y el Programa Brasileño de Etiquetado (PBE). Durante la misma época surgió el Programa Nacional para Conservación de Energía Eléctrica (Procel). Asimismo, en 2001 se lanzó la Ley de Eficiencia Energética (N° 10,295), en la cual se establecía el cumplimiento de estándares mínimos de EE. Para llevar adelante estas tareas se creó el Comité Gestor de Indicadores de Eficiencia Energética (CGIEE). En el país se realizaron campañas de reemplazo de electrodomésticos, capacitaciones, se instrumentaron líneas de financiamiento para el sector residencial, entre otros. Adicionalmente, en Brasil existe un Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEF), que se instituyó en 2011, en el cual se establece una meta de EE del 10% de la demanda de energía eléctrica.

El caso de Chile se diferencia del resto de los países. Por un lado, las medidas de EE son relativamente recientes, de hecho empezaron a promoverse en 2005 con el Programa País Eficiencia Energética (PPEE). Por otro lado, a pesar de la tardía introducción de la EE como objetivo nacional, ha logrado grandes avances en materia de EE. Podría pensarse que la EE se afianzó rápida y profundamente debido a las condiciones externas desfavorables en relación al abastecimiento externo de energía. En la primera etapa del PPEE (2006-2007), el objetivo consistió en mejorar el conocimiento y los hábitos en torno a la energía. En este marco se instituyó el Programa Nacional de Certificación y Etiquetado de EE sobre lámparas y refrigeradores, el Sistema de Certificación de Viviendas Nuevas, subsidios para acondicionamiento térmico de viviendas, recambio de lámparas, entre otros. Por otro lado, el país cuenta con el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020, en el cual se determina una meta del 12% de reducción de la demanda energética proyectada en 2020, donde aproximadamente el 5% corresponde al sector residencial.<sup>9</sup> A su vez, en Chile, existe el Fondo de Garantía de Eficiencia Energética (Fogaee) y cuenta con diversos organismos especializados en EE (tales como la Agencia Chilena de Eficiencia

9 En verdad, ese 5% corresponde a los ahorros de energías relacionados con Artefactos, Leña y Edificaciones, ya que son los componentes más relacionados con el sector residencial.

Energética). Por último, Chile posee información sobre energía útil,<sup>10</sup> pero aún no es periódica, ya que sólo está disponible para 2010 (Comisión Nacional de Energía, 2015).

En el caso colombiano, se declara de interés nacional a la EE en la Ley N° 697 de 2001. Bajo esta ley, se crea el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía No Convencionales (Proure). En el mismo año se establece el Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos (Conoce). En los años posteriores, se implementan diversas medidas para promover líneas de investigación asociadas a la EE, organismos especializados en EE (tales como el Consejo Colombiano de Eficiencia Energética), el etiquetado de equipos y el reemplazo compulsivo de equipos. Por su parte, en 2014 se creó el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, a través de la Ley N° 1715. Además recientemente, se instituyó el Plan de Acción Indicativo de EE 2017-2022, en el cual se fijan metas de EE tanto a nivel global (9.05%) como sectorial. La meta específica del sector residencial es del 0.73%, siendo los principales ahorros estimados en energía eléctrica (Ministro de Minas y Energía, 2016).

En el caso de México, al igual que Brasil, se comienza a incentivar la EE tempranamente. En efecto, en 1982 se creó el Programa Nacional de Uso Racional de Electricidad (Pronuree) (Ruchansky, Buen, Januzzi *et al.*, 2011). En 1989 se estableció el Programa Nacional de Modernización Energética y el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) y se creó la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) (Carpio y Coviello, 2013). Este organismo fue sustituido en 2008 por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía (CONUEE).

Durante los años noventa se implementaron diversos programas y acciones de EE, tales como el Fideicomiso para el Programa de Aislamiento Térmico de los Hogares en el Valle de Mexicali (Fipaterm), el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (Fide), la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), el proyecto de recambio de lámparas Ilumex, entre otros. Por su parte en los años 2000 se llevaron a cabo más proyectos, tales como la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), el programa de Hipoteca Verde, el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Pronase), el Programa de

10 La energía útil es la energía que dispone el consumidor luego de su última conversión (Secretaría de Energía, 2003). Poseer datos sobre esta variable resulta de suma importancia, ya que constituyen los datos estadísticos fundamentales para poder analizar, esto es monitorear y evaluar, los resultados alcanzados por las políticas de EE.

Sustitución de Equipos Electrodomésticos (PSEE), entre otros (Carpio y Co-viello, 2013).

Dentro de los países bajo análisis, México se destaca, ya que posee una Ley de Transición Energética de 2015. En el artículo 2, se remarca como uno de los puntos clave facilitar el cumplimiento de las metas de Energías Limpias y Eficiencia Energética. Asimismo, la ley define como instrumentos de planeación a la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, al Programa Especial de la Transición Energética (PETE) y al Pronase. En dicha estrategia se determinó una meta de reducción de la intensidad energética por consumo final de 1.9% para el periodo 2016-2030, y del 3.7% para el periodo 2031-2050 (Sener y CONUEE, 2016). Estas estrategias se han diseñado bajo el marco determinado por la Ley General de Cambio Climático de 2012, en la cual se estableció una meta de reducción de GEI de 30% para 2020 y del 50% para 2050 (Sener y CONUEE, 2016).

El gobierno de Uruguay comienza a promover la EE en la década de los noventa, principalmente a través de la estructura tarifaria. En 2000 se lanzó el Superplan, con el fin de financiar equipos eléctricos eficientes a través de la factura de energía eléctrica. Asimismo, se llevaron a cabo procesos de etiquetado de equipos y de reemplazo de luminaria. Años más tarde se aprobó la Política Energética Uruguay 2030, siendo la demanda energética uno de los cuatro ejes estratégicos. Así, en 2009 se promulgó la Ley N° 18,597 de Uso Eficiente de la Energía, a través de la cual se instrumentó el Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética (Fudae) y la emisión de Certificados de Eficiencia Energética (CEE).

En el marco de esta normativa se elaboró el Plan Nacional de Eficiencia Energética de Uruguay 2015-2024, en el cual se determina una meta ambiciosa de energía evitada de 1,690 kTep, ya que la misma representa un 45% de reducción de demanda, de los cuales 20% corresponden al sector residencial. Al mismo tiempo, el país cuenta con información sobre la energía útil del sector residencial de 2006 (Ministerio de Industria, Energía y Minería, 2007). Sin embargo, no existe información actualizada al respecto.

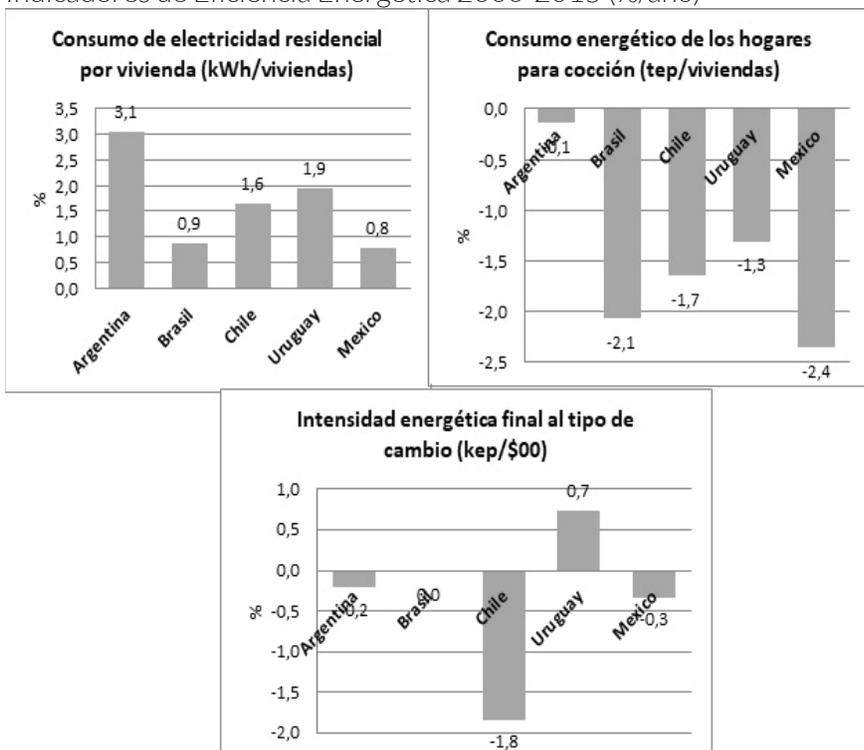
A modo de evaluación de resultados de las políticas de EE, se puede analizar algunos datos del Programa Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE) que desarrolla la Comisión Económica para América y el Caribe (Cepal). Tal como se puede observar en la figura 6, en todos los países bajo estudio<sup>11</sup> el consumo de electricidad por vivienda ha aumentado<sup>12</sup>

11 Excepto Colombia, que no se encuentra en la base de datos de BIEE.

12 Lo cual no significa que no haya habido mejoras de EE, ya que puede suceder que el aumento se deba a

en el periodo 2000-2015, siendo Argentina el de mayor aumento y México el de menor aumento. Por su parte, el consumo energético destinado a la cocción disminuyó en todos los países, de los cuales México y Brasil experimentaron la mayor disminución. Con respecto a la intensidad energética, se evidencian distintas situaciones; por un lado, Chile es el país que más disminuyó este indicador (1.8%), seguido de México (0.3%) y Argentina (0.2%). Por otro lado, Uruguay experimentó un aumento de la intensidad energética del 0.7% y Brasil no modificó su indicador.

FIGURA 6  
Indicadores de Eficiencia Energética 2000-2015 (%/año)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de BIEE.

La buena *performance* del caso mexicano se debe a la larga tradición en medidas de EE y a la existencia de instituciones públicas dedicadas a la EE, la relativa continuidad y el profesionalismo de los funcionarios públicos, la in-

una mayor población y no a un uso ineficiente de la energía.

tegración de una red de organizaciones privadas con actividades relacionadas con los programas y proyectos de EE y el aumento gradual en las estrategias (Ruchansky *et al.*, 2011).

Para comprender el alcance del ahorro energético logrado, se puede mencionar el caso del Programa de Financiamiento para la Incorporación de Medidas de Ahorro de Energía Eléctrica en Nuevas Viviendas del FIDE, que se implementó entre 2004 y 2006. Según Calderón, Arredondo, Gallegos *et al.* (2010), el índice de ahorro anual por el uso de tecnologías ahorradoras es del 40%. Por otro lado, se puede mencionar el Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI), que se aprobó en 2004 y fue una continuación del FIPATERM. Entre 2007 y 2010, el programa ASI logró aislar térmicamente a 11,552 viviendas, sustituir 4,158 refrigeradores, instalar 593 unidades tipo central e instalar 19,839 unidades tipo ventana o *minisplit* (Suástegui Macías, Pérez Tello, Campbell *et al.*, 2013; p. 130).

Según Conavi, Semarnat y Giz (2012), la información específica del tipo y capacidad de los equipos reemplazados por estos programas es de carácter confidencial, lo cual dificulta el cálculo de precios de los ahorros. Sin embargo, existen estimaciones que concluyen que la sustitución de aires acondicionados y refrigeradores representa un ahorro anual de 501 GWh por 20 años, es decir, un ahorro anual equivalente al 0.2% del consumo de energía eléctrica nacional en 2011 (Conavi *et al.*, 2012, p. 46).

Por último, se puede mencionar que durante el primer trimestre de 2017 el ahorro en consumo de energía por las acciones del FIDE alcanzan los 339.58 GWh, lo cual representa 423.73 millones de pesos mexicanos y evita la emisión de 154,162 toneladas de bióxido de carbono equivalente a la atmósfera, siendo la mayor parte de ese ahorro proveniente de la sustitución de lámparas incandescentes (FIDE, 2017).

## REFLEXIONES FINALES

A lo largo de la historia, la humanidad ha atravesado diferentes transiciones energéticas; muchas de ellas han estado determinadas por desarrollos tecnológicos que permitieron el aprovechamiento de fuentes energéticas de mayor grado de eficiencia. En términos nacionales, estudios empíricos muestran que los países han atravesado transiciones sustituyendo combustibles de diferente grado de eficiencia, he incluso logrando reducir la intensidad de su consumo por habitante a partir de puntos de inflexión de sus ingresos per cápita. Estos aspectos se relacionan con la hipótesis de la CKA, de acuerdo con

la cual existen diferentes efectos que, combinados, llevarían a una reducción de la presión ambiental. Sin embargo, los argumentos detrás de esta hipótesis deben ser tomados con especial cuidado. En principio, por el hecho de que estos puntos de inflexión en los cuales el consumo de energía por habitante comienza a reducirse parecen encontrarse a niveles muy elevados de ingreso, a los que los países en desarrollo en general, y los países bajo estudio en particular, se encuentran muy lejos de alcanzar. Al mismo tiempo, esta hipótesis se basa en que el crecimiento económico traerá consigo la transferencia tecnológica necesaria para alcanzar mayores niveles de calidad ambiental, dando por sentado que los únicos obstáculos que enfrenta dicha transferencia son de carácter temporal. Sin embargo, resulta evidente que el derrame de tecnologías limpias desde los países innovadores hacia los menos desarrollados enfrenta dificultades no sólo técnicas, sino también institucionales y socio-culturales (Zilio y Recalde, 2011). Al mismo tiempo, esta hipótesis no se detiene en analizar la necesidad de cobertura urgente de los servicios energéticos básicos por parte de los países en desarrollo.

Es en este marco que en el presente trabajo se enfatiza la importancia de recuperar el concepto de Transición Energética Justa, como aquella transición hacia un sector energético con menor presión ambiental, pero tomando en especial consideración la cobertura de las necesidades energéticas nacionales, la seguridad de abastecimiento, y con matrices energéticas basadas en las condiciones nacionales. Se resalta en este sentido la importancia de tomar en consideración las circunstancias nacionales, en la búsqueda y prioridad del desarrollo socioeconómico.

En términos de transición energética en los países bajo estudio, se observa que en el periodo bajo análisis el gas natural ha logrado una mayor penetración en las matrices energéticas primarias, en parte como sustitución de los derivados del petróleo. Esta situación se debe a la conjunción de políticas estatales de penetración de gas natural en los diferentes sectores, incluyendo en la generación eléctrica, descubrimientos de mayores reservas de gas convencional y no convencional (sobre todo en el caso de Argentina, Brasil y México), y progresos tecnológicos en los sistemas de transporte de gas natural, con la tecnología de gas natural licuado (GNL) (en el caso de Chile y Uruguay). En términos de participación sectorial, el sector transporte es uno de los principales sectores de consumo en todos los países. En Brasil, Uruguay y México, el sector industrial ocupa un sector preponderante (en los primeros dos, supera de hecho al consumo del sector transporte). En Chile, atendiendo a su estructura económica, el sector agro, minería y pesca ha logrado participación igual al sector industrial. En lo que respecta al sector residencial, la mayor participación en el consumo total se observa en Argentina y Colombia. En la mayoría de los países se observa una disminución de la

participación relativa (sobre todo en el caso de Chile, Colombia y Uruguay). La excepción es Argentina, en donde el peso del sector residencial no sólo no disminuyó, sino que se incrementó.

Sobre las políticas de promoción de la EE en el sector residencial, todos los países poseen diversas medidas y la mayoría comienza a impulsarlas en los años 2000, con la excepción de Brasil y México, que empiezan en la década de los ochenta. De la muestra, los países que tienen un mayor desarrollo de políticas de EE en el sector residencial son México, Brasil, Chile y Uruguay. Por su parte, de esta submuestra México es el único país que cuenta con una ley de transición energética. En el caso de Colombia y Argentina, si bien también poseen diferentes medidas, la EE recién se comienza a afianzar como tema prioritario o estratégico. En Colombia, el Plan de EE es muy reciente; y en Argentina, aún no se ha desarrollado ningún plan similar, y menos aún se han definido las metas de EE deseables.

En conclusión, en las últimas décadas la transición energética en los países analizados ha estado impulsada por la penetración del gas natural, una fuente menos contaminante que el carbón y el petróleo, pero con algunas consideraciones de impacto ambiental. Sin embargo, tal como ha sido analizado en este trabajo, las políticas de EE en el sector residencial tienen un alto potencial en la región para impulsar la actual JET. En este sentido, será fundamental no perder de vista en todo momento las necesidades nacionales y la importancia que tiene el desarrollo de políticas energéticas para apuntalar el desarrollo socioeconómico de los países. Sólo así se logrará encausar a la región en el camino de la transición energética justa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) (2016). The 2016 State Energy Efficiency Scorecard. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- Anderegg, W. R. L., Prall, J. W., Harold, J. y Schneider, S. H. (2010). Expert credibility in climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(27), 12107-12109.
- Araújo, K. (2014). The emerging field of energy transitions: Progress, challenges and opportunities. *Energy Research & Social Science*, 1 (marzo de 2014), 112-121.
- Arseneau, D. (2011). Explaining the energy consumption portfolio in a cross-section of countries: Are the BRICs different? International Finance Discussion Paper. U.S. Federal Reserve Board.
- Asafu-Adjaye, J. (2000). The relationship between energy consumption, energy prices and

- economic growth: Time series evidence from Asian developing countries. *Energy Economics*, 22, 615-625.
- Barleet, M. y Gounder, R. (2010). Energy consumption and economic growth in New Zealand: Results of trivariate and multivariate models. *Energy Policy*, 38, 3508-3517.
- Beaudreau, B. (2010). On the methodology of energy-GDP Granger causality tests. *Energy*, 35, 3535-3539.
- Bimonte, S. (2002). Information access, income distribution and the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 41, 145-156.
- Brailovsky, A. E. y Foguelman, D. (2006). *Memoria verde. Historia ecológica de la Argentina*. Buenos Aires: DeBolsillo.
- Calderón, R., Arredondo, J. A., Gallegos, R. y Mayagoitia, F. (2011). Reducción del consumo eléctrico y CO2 mediante sistemas de ahorro y de aislamiento térmico aplicados a viviendas en zonas áridas de México. *Información Tecnológica*, 22(2), 69-78.
- Carpio, C. y Coviello, M. (2013). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Avances y desafíos del último quinquenio. Santiago de Chile: Cepal.
- CERES (2015). *Análisis comparativo de las tarifas eléctricas en Argentina y Sudamérica*, 1(1). Universidad de Belgrano.
- Chang, C. C. y Soruco Carballo, C. (2011). Energy conservation and sustainable economic growth: The case of Latin America and the Caribbean. *Energy Policy*, 39, 4215-4221.
- Comisión Nacional de Energía (2015). Usos finales y curva de oferta de conservación de la energía en el sector transporte de pasajeros. Recuperado de: [http://dataset.cne.cl/Energia\\_Abierta/Estudios/Minerg/Informe%20Final,%20usos%20finales%20y%20CCE%20transporte%20de%20pasajeros.pdf](http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/Informe%20Final,%20usos%20finales%20y%20CCE%20transporte%20de%20pasajeros.pdf)
- Conavi, Semarnat y GIZ (2012). Análisis de programas actuales de financiamiento de mejoramiento de vivienda en México. Reporte final.
- DOI/EIA (2013). Chapter 9: Energy-related carbon dioxide emissions in International Energy Outlook 2013. Washington, D. C.
- Doran P. T. y Zimmerman, M. K. (2009). Examining the scientific consensus on climate change. *Eos Trans Am Geophys Union*, 90(3), 22.
- Energy Transitions Commission (2016). Shaping energy transitions. Recuperado de: <http://www.energy-transitions.org/sites/default/files/20160426%20ETC%20Position%20Paper%20vF%20low-res.pdf>
- Fouquet, R. (2010). The slow search for solutions: Lessons from historical energy transitions by sector and service. *Energy Policy*, 38(11) (noviembre de 2010), 6586-6596.
- FIDE (5 de junio de 2017). Acciones de FIDE durante enero-marzo 2017 evitan la emisión a la atmósfera de 150 mil toneladas de CO2. Recuperado de: [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=715:junio-05-2017-acciones-de-fide-durante-enero-marzo-2017-evitan-la-emision-a-la-atmosfera-de-150-mil-toneladas-de-co2&catid=57:noticias&Itemid=267](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=715:junio-05-2017-acciones-de-fide-durante-enero-marzo-2017-evitan-la-emision-a-la-atmosfera-de-150-mil-toneladas-de-co2&catid=57:noticias&Itemid=267)
- Grossman, G. y Krueger, A. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. NBER, Working Paper 3914.

- Grübler, A. (2007). An historical perspective on global energy transitions. En D. L. Greene (ed.). *Modeling the Oil Transition: A Summary of the Proceedings of the DOE/EPA Workshop on the Economic and Environmental Implications of Global Energy Transitions* (pp. 53-59).
- Grübler, A. (2012). Grand designs: Historical patterns and future scenarios of energy technological change. Historical case studies of energy technology innovation. En A. Grubler, F. Aguayo, K. S. Gallagher, M. Hekkert, K. Jiang, L. Mytelka, L. Neij, G. Nemet y C. Wilson. *Chapter 24. The global energy assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., Beerling, D., Berner, R., Masson-Delmotte, V. et al. (2008). Target atmospheric CO<sub>2</sub>: Where should humanity aim? *Open Atmos Sci J*, 2 (2008), 217-223.
- Heltberg, R. (2004). Fuel switching: Evidence from eight developing countries. *Energy Economics*, 26(5), 869-887.
- Imbert, E., Ladu, L., Morone, P. y Quitzow, R. (2017). Comparing policy strategies for a transition to a bioeconomy in Europe: The case of Italy and Germany. *Energy Research & Social Science*, 33 (2017), 70-81.
- Institute of the Americas (2017). *Beyond Paris: Energy transition in Latin America and the Caribbean*.
- IPCC (2013). Working Group I contribution to the IPCC 5th assessment report "Climate Change 2013: The Physical Science Basis"—approved summary for policymakers.
- Jakob, M. y Steckel, J. C. (2016). The Just Energy Transition. Background Paper for the WWF.
- Jimenez, R. y Yépez García, A. (2016). *Composition and sensitivity of residential energy consumption*. Inter-American Development Bank Infrastructure and Energy Sector-Energy Division.
- Just Transition Centre (mayo de 2017). Just Transition. A report for the OECD.
- Kraft, A. y Kraft, J. (1978). On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy Development*, 3, 401-403.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 49, 1-28.
- Leach, G. (1992). The energy transition. *Energy Policy*, 20(2), 116-123.
- Ley de Transición Energética 24/12/2015 (2015). Recuperado de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
- Luzzati, T. y Orsini, M. (2009). Investigating the energy-environmental Kuznets curve. *Energy*, 34, 291-300.
- Meier, H., Jamasb, T. y Orea, L. (2013). Necessity or luxury good? Household energy spending and income in Britain 1991-2007. *Energy Journal*, 34, 109-128.
- Ministerio de Industria, Energía y Minería (2007). Resumen de metodología y resultados. Montevideo: Ministerio de Industria, Energía y Minería. Recuperado de: <http://www.miem.gub.uy/documents/15377/40850/Resumen%20metodolog%C3%A9ica%20y%20resultados.pdf>
- Ministro de Minas y Energía (2016). Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética 2017-2022. Una realidad y oportunidad para Colombia. Recuperado de: [http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI\\_PROURE\\_2017-2022.pdf](http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf)

- Montamat, D. (2016). En la década del gas camino a las renovables. *Petroquímica*, 108, 12-16.
- Nakicenovic, N., Grubler, A. y McDonald, A. (ed.) (1998). *Global energy perspectives*. Cambridge University Press.
- Oreskes, N. (2004). Beyond the Ivory Tower: The scientific consensus on climate change. *Science*, 306(5702), 1686.
- Panayotou, T. (1993). Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. Working Paper, Technology and Environment Programme, International Labour Office, Ginebra.
- Patwardhan, A., Azevedo, I., Foran, T., Patankar, M., Rao, A., Raven, R., Samaras, C., Smith, A., Verbong, G. y Walawalkar, R. (2012). Chapter 16. Transitions in energy systems. En *Global energy assessment. Toward a sustainable future* (pp. 1173-1202). Cambridge-Nueva York-Laxenburg: Cambridge University Press-International Institute for Applied Systems Analysis.
- Recalde, M. (2017). La transición energética hacia las energías renovables en América Latina. En *Ambiente, agua y energía: Aportes jurídicos para su relación* (pp. 195-244). Lajouane.
- Recalde, M., Guzowski, C. y Zilio, M. (2014). Are modern economies following a sustainable energy consumption path? *Energy for Sustainable Development*, 19, 151-161.
- Riahi, K., Dentener, F., Gielen, D., Grubler, A., Jewell, J., Klimont, Z., Krey, V., McCollum, D., Pachauri, S., Rao, S., Ruijven, B. van, Vuuren, D. P. van y Wilson, C. (2012). Chapter 17. Energy pathways for sustainable development. En *Global energy assessment—toward a sustainable future* (pp. 1203-1306). Cambridge-Nueva York-Laxenburg: Cambridge University Press-International Institute for Applied Systems Analysis.
- Roca, J. (2003). Do individual preferences explain Environmental Kuznets Curve? *Ecological Economics*, 45(1), 3-10.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lambin, E. F. et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461 (2009), 472-475.
- Rodríguez Oreggia, E. y Yépez García, R. (2014). Income and energy consumption in Mexican 27 households. Policy Research Working Paper 6864. Washington, DC: World Bank.
- Rosenow, J., Fawcett, T., Eyre N. y Oikonomou, V. (2016). Energy efficiency and the policy mix. *Building Research & Information*. doi: 10.1080/09613218.2016.1138803
- Rozzi, R., Primack, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. (ed.) (2001) *Fundamentos de la conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ruchansky, B., Januzzi, G., Buen, O. D. y Romero, A. (2011). *Eficacia institucional de los programas nacionales de eficiencia energética: Los casos del Brasil, Chile, México y el Uruguay*. Santiago de Chile: Cepal.
- Secretaría de Energía (2003). Balance energético metodología OLADE. Argentina.
- Sener y CONUEE (2016). Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110\\_1300h\\_Estrategia\\_CCTE-1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182202/20161110_1300h_Estrategia_CCTE-1.pdf)
- Sistema de Información Económica-Energética (SIEE) OLADE (2017). Recuperado de: <http://www.olade.org/producto/siee-regional-2/modulo-siee/>

- Suástegui Macías, J. A., Pérez Tello, C., Campbell, H. E. y Magaña Almaguer, H. D. (2013). Prospectiva del Programa de Ahorro Sistemático Integral en Mexicali, Baja California, México. *Ingeniería Mecánica, Tecnología y Desarrollo*, 4 (4), 129-134.
- Tabaré Arroyo, C. (2017). A just transition for our common home: Renewable energy, labour and poverty eradication? Concept note-Symposium. Mexirec.
- Tsani, S. (2010). Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece. *Energy Economics*, 32, 582-590.
- Urkidi, L. (2015). *Transiciones energéticas: Sostenibilidad y democracia energética*. Bilbao: Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, Argitalpen Zerbitzua-Servicio Editorial, D. L.
- Yeager, K., Dayo, F., Fisher, B., Fouquet, R., Gilau, A. y Rogner, H.-H. (2012). Chapter 6. Energy and economy, in global energy assessment. Toward a sustainable future (pp. 385-422). Cambridge-Nueva York-Laxenburg: Cambridge University Press-International Institute for Applied Systems Analysis.
- Zachariadis, T. (2007). Exploring the relationship between energy consumption and economic growth with bivariate models: New evidence from G-7 countries. *Energy Economics*, 29, 1233-1253.
- Zilio, M. y Recalde, M. (2011). GDP and environment pressure: The role of energy in Latin America and the Caribbean. *Energy Policy*, 39(12), 7941-7949.