

## ÍNDICE MULTIDIMENSIONAL PARA EVALUAR LA POBREZA ENERGÉTICA EN ZONAS URBANAS DE ARGENTINA

**Rodrigo Durán<sup>1,2</sup>, Betzabet Morero<sup>3,4</sup>, Esteban Bulgarella<sup>5</sup>, Miguel Condori<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina, 4400.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta (UNSa)

<sup>3</sup> Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Güemes 3450, Santa Fe, Argentina, 3000.

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Ruta Nacional N° 168 Km 472.4, Santa Fe, Argentina, 3000.

<sup>5</sup> Observatorio Social, Secretaría de Planeamiento Institucional e Internacionalización, Universidad Nacional del Litoral (UNL), Moreno 2557, Santa Fe, Argentina, 3000.

Tel. 0387-4255410 e-mail: duran.cayon@gmail.com

*Recibido 08/2024; Aceptado 11/2024*

**RESUMEN.-** Este artículo presenta una propuesta metodológica para estimar la pobreza energética de manera multidimensional a nivel local, con el objetivo de proporcionar una herramienta robusta que capture la complejidad de este fenómeno y facilite la identificación de alternativas para su mitigación. La metodología incluye el desarrollo de un indicador compuesto que evalúa cinco dimensiones clave de la pobreza energética: eficiencia térmica de la vivienda, eficiencia del consumo energético de la tecnología utilizada, comportamiento racional y ahorro en el consumo de energía, seguridad de las conexiones e instalaciones eléctricas, y relación entre consumo y costos respecto al ingreso familiar total. Este enfoque permite una evaluación sincrónica y detallada del estado de los hogares en la ciudad de Santa Fe. Los resultados obtenidos revelan que el 55% de los hogares encuestados presentan dos o más características vinculadas a la pobreza energética, destacando problemas significativos en la eficiencia térmica y la seguridad eléctrica. Estos hallazgos subrayan la urgencia de implementar políticas públicas focalizadas y de mejorar las metodologías actuales para abordar los desafíos conceptuales y prácticos que presenta la medición de la pobreza energética.

**Palabras clave:** pobreza energética, metodología multidimensional, evaluación sincrónica, políticas públicas locales.

## MULTIDIMENSIONAL INDEX TO ASSESS ENERGY POVERTY IN URBAN AREAS IN ARGENTINA

**ABSTRACT.-** This article presents a methodological proposal to measure energy poverty in a multidimensional manner at a local level. The objective is to provide a robust tool that captures the complexity of this phenomenon and facilitates the identification of mitigation alternatives. The methodology includes the development of a composite indicator that evaluates five key dimensions of energy poverty: thermal efficiency of the dwelling, energy consumption efficiency of the technology used, rational behavior and energy saving practices, safety of electrical connections and installations, and the relationship between consumption and costs in relation to total household income. This approach allows for a synchronous and detailed assessment of the state of households in the city of Santa Fe. The results reveal that 55% of surveyed households exhibit two or more characteristics of energy poverty, highlighting significant issues in thermal efficiency and electrical safety. These findings underscore the urgency of implementing targeted public policies and improving current methodologies to address the conceptual and practical challenges of measuring energy poverty.

**Keywords:** energy poverty, multidimensional methodology, synchronous assessment, local public policies.



Esta obra está bajo Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

## 1. INTRODUCCIÓN

La actual matriz energética puede caracterizarse no solo como insostenible, sino también como inequitativa, un aspecto que a menudo se pasa por alto en los debates sobre su transición. En los últimos 170 años, el consumo de energía per cápita ha aumentado aproximadamente diez veces. De hecho, el 90% del combustible fósil consumido desde 1850 se ha quemado desde 1938, y el 50% desde 1986 (Hughes, 2013). Esto significa que en los últimos 38 años hemos consumido más energía que en los 135 años anteriores. Esta tendencia refleja un cambio cultural significativo que ha modificado la forma en que satisfacemos nuestras necesidades, reforzado por el proceso de urbanización del último siglo.

Sin embargo, a pesar del aumento exponencial en la producción y consumo de energía, un sector importante de la sociedad aún no tiene acceso adecuado a ella. Según el último informe de IRENA (IEA, 2021), en 2019, 759 millones de personas carecían de acceso a la electricidad y 2.600 millones no tenían acceso a una cocina limpia. De hecho, el acceso a la energía se redujo debido a la pandemia de COVID-19. A menos que se intensifiquen significativamente los esfuerzos, se estima que para 2030, 660 millones de personas seguirán sin acceso a la electricidad y 2.400 millones sin acceso a una cocina limpia (IEA, 2021). Además, el consumo per cápita del 18% de la población mundial, que vive en los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), es cuatro veces mayor que el del 82% restante (Hughes, 2013). Por ejemplo, según IEA, el consumo medio de electricidad de un habitante canadiense es 50 veces mayor que el de un habitante de Bangladesh y 5 veces mayor al de un habitante de Argentina. Sin embargo, no es necesario ir tan lejos para apreciar estas diferencias; incluso dentro de un país o una ciudad, estas disparidades se reproducen.

Los principales retos que enfrentará el sector energético en los próximos años están relacionados con mitigar el cambio climático, evitar el desabastecimiento energético y lograr una distribución equitativa de la energía. Aunque los dos primeros desafíos están en las agendas públicas de los gobiernos, la igualdad de acceso a la energía, y en particular la erradicación de la pobreza energética, rara vez forman parte de ellas, especialmente en los países en vías de desarrollo.

Definir la pobreza energética resulta un desafío metodológico, tal como se evidencia en sus múltiples conceptualizaciones. Desde una perspectiva política, Sokołowski et al (2020) señala un primer criterio de demarcación, relativo a las formas de comprender a la pobreza energética en función del estado de desarrollo de los países. Así, se identifican como apropiadas aquellas conceptualizaciones de pobreza energética que se elaboren de manera adecuada al contexto de vida en que se aplican. En este sentido, se propone que las definiciones de pobreza energética deberían presentarse en función del grado de seguridad, desigualdad en el acceso a los servicios energéticos y su costo. De allí que se presente una dicotomía en las definiciones de pobreza energética en países en vías de desarrollo y en los desarrollados. Siendo más apropiado para los países en vías de desarrollo la identificación de la problemática de la pobreza energética con la falta de acceso a servicios energéticos y su seguridad, mientras que en los desarrollados se la presenta en términos de gastos, seguridad y eficiencia del uso. Más allá de esta primera aproximación, que por su generalidad puede resultar sobre simplificada, la literatura reciente muestra que en América Latina hay diferentes estudios que analizan la pobreza energética con una perspectiva más amplia, considerando múltiples dimensiones (Santillán et al., 2020; Acheampong, et al., 2021; Calvo et al., 2021; Guzowski, et al., 2021). Estos análisis también se aplican a países específicos como Brasil (Piai et al, 2020; Mazzzone, 2020), Chile (Urquiza et.al, 2019; Pérez-Fargallo et al, 2020;

Villalobos et al., 2021), Ecuador (Quishpe Sinailin et al., 2019), Perú (Groh, 2014) y Argentina (Duran y Condorí, 2021).

En este sentido, la propuesta de un indicador de pobreza energética próximo a las conceptualizaciones de eficiencia y ahorro energético residencial adquiere relevancia al considerar el contexto político energético de Argentina, en donde una serie de acontecimientos político-económicos llevaron al país de ser un exportador de gas natural en los años 90, a depender de las importaciones para su abastecimiento en 2011 (Kozulj, 2005). La privatización del sector energético en los años 90 (Basualdo et al., 2002), el traslado de las decisiones sobre política energética al sector privado (Recalde, 2011), la pesificación de los costos de la energía residencial debido a la crisis institucional, política y económica de 2001, la desinversión en el sistema energético y la exportación de reservas (Chun, 2017; Gómez Sánchez, 2017), y el fuerte aumento del consumo energético industrial y residencial de 2003 a 2014 (Gastiarrea, Fazzini, Prieto, & Gil, 2017), entre otros factores, desembocaron en un sistema energético deficitario cuyos valores máximos se observaron entre 2011 y 2016, cuando hasta el 3,5% del Producto Interno Bruto (PIB) se destinó al pago de subsidios para el consumo de energía (Kozulj, 2015). Posteriormente, de 2017 a 2021, la reducción del subsidio al consumo de energía residencial mantuvo valores cercanos al 1,5%.

Asimismo, en un contexto de crisis económica y de creciente inflación, es evidente que el porcentaje de PBI destinado al subsidio de la demanda de energía es un problema importante para el país. En este marco, en sus diferentes administraciones, el Gobierno Nacional vienen proponiendo la definición de diferentes políticas para su disminución: Tarifa Social, Segmentación Tarifaria y, recientemente, la definición de una canasta básica energética. Todas estas, son distintas prácticas que vienen teniendo como principal foco la reducción del subsidio a la demanda de energía residencial antes que la mitigación de la pobreza energética, tal como se discute en Durán y Condorí (2021) quienes demuestran que la tarifa social históricamente cubre a una minoría de los hogares en situación de pobreza energética.

Desde nuestra perspectiva, para avanzar en la gestión para la mejora en la asignación de recursos destinados a la mitigación de la pobreza energética, en un país fuertemente urbanizado, es crucial implementar políticas energéticas locales. Las diferencias regionales en relación con las necesidades energéticas, ya sea por variaciones climáticas o culturales, son significativas. Por eso, consideramos imperativo contar con un diagnóstico certero como punto de partida para diseñar políticas energéticas locales que tomen en cuenta las particularidades de cada territorio. En este trabajo, pretendemos analizar la pobreza energética con énfasis en las condiciones locales y adoptando un método multidimensional que permita un abordaje integral del problema y proporcione una nueva herramienta de apoyo a la formulación de políticas públicas.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Panel de hogares

Desde 1993 el Observatorio Social de la Universidad Nacional del Litoral (OSUNL) viene produciendo, de manera sistemática, información estadística primaria que atañe a diferentes aspectos socioeconómicos de la ciudad de Santa Fe. Específicamente, desde el año 2001, mantiene como una de sus principales tareas la definición y revisión del Panel de Hogares Santafesinos, un instrumento de relevamiento de datos representativos del ámbito local. Cabe destacar que dicha herramienta ha sido continuamente revisada y reformulada, cuestión que ha favorecido tanto la ampliación de las temáticas que aborda, como el robustecimiento de sus resultados estadísticos.

En particular, el diseño empleado en 2018 y 2019 involucra distintas variables que han sido definidas explícitamente para el análisis de la situación de pobreza energética en la ciudad de Santa Fe y que resultaron de un trabajo conjunto entre los autores de este trabajo y el Observatorio Social de la UNL. De esta manera, por un lado, se incluyeron en el cuestionario aspectos relativos a las condiciones de acceso a la energía, tales como seguridad, calidad y costo, por otro lado, aspectos relativos a las condiciones de consumo energético, incluyendo una caracterización descriptiva de la eficiencia térmica de la vivienda, de la tecnología que emplea el hogar y del comportamiento de consumo y sus actitudes y percepciones en relación con el uso energético residencial. Por otro lado, con respecto a la definición muestral, se ha integrado a 896 hogares y 3139 personas en un diseño de tipo aleatorio, estratificado y por conglomerados en tres etapas, que han sido definidos a partir de la distribución de valores de algunas constantes sociodemográficas estimadas a nivel de radio censal y de acuerdo con las proyecciones poblacionales publicadas por INDEC (OSUNL, 2019).

Cabe destacar que, al considerar como unidad de estudio el hogar y al mantener una permanencia relativa de los mismos en períodos regulares de tiempo, los análisis realizados son coherentes y permiten la realización de estudios longitudinales para el seguimiento de políticas de eficiencia y mitigación de la pobreza energética, siendo viable la obtención de estimaciones precisas respecto a la intensidad y composición con que actúa la pobreza energética.

Finalmente, resulta importante destacar el trabajo que realiza el Observatorio Social de la UNL en la revisión y validación de los datos estadísticos relevados, lo que queda demostrado en el control de calidad realizado, donde intervienen supervisores que revisitan hogares seleccionados para constatar la información recabada por el encuestador. La misma actitud se mantiene durante los momentos posteriores al relevamiento y comprende diversas instancias de análisis, tales como la consistencia de la información entre los distintos años, la mortalidad del panel, la cobertura, el nivel de no respuesta y la ponderación de casos para mantener

la coherencia y representatividad de la muestra seleccionada.

## 2.2. Índice multidimensional de pobreza energética

La especificidad del concepto de pobreza energética cobra relevancia en la vinculación entre los aspectos demográficos, culturales y sociales de una población con relación al acceso a la energía y el uso social que se le brinde (Jones, 2010; Lin, 2018). En este sentido, resulta sumamente significativo contar con datos estadísticos que permitan realizar una evaluación específica de esta problemática en el ámbito local. Por ello la información relevada por el Observatorio Social de la UNL, habilita una aproximación a la valoración de la pobreza energética en la ciudad de Santa Fe, la ponderación de sus distintas dimensiones y el seguimiento de su evolución al nivel de hogares.

Las variables incluidas en el módulo 'pobreza energética' han sido integradas en la conceptualización de distintos indicadores que integran un índice multidimensional. Esta propuesta mantiene la definición de cinco dimensiones, que están relacionadas con:

- La eficiencia térmica de la vivienda.
- La eficiencia energética de la tecnología empleada en el hogar.
- El comportamiento racional y ahorro de consumo energético.
- La percepción del acceso y eficiencia del comportamiento de consumo energético y costo relacionado al ingreso total familiar.
- Aspectos de seguridad de las conexiones e instalaciones energéticas domiciliarias.

Este índice caracterizaría a los hogares santafesinos con respecto a las cinco dimensiones referidas, permitiendo clasificarlos según los distintos valores que toma en cada una de ellas y sus posibles combinaciones, generando información concreta para la definición de políticas públicas específicas al tratamiento de la pobreza energética en cada una de las agrupaciones.

Tabla 1: Dimensión de eficiencia térmica de la vivienda

| Condición de ineficiencia térmica | Definición del indicador                                                                                                                                        | Variable empleada                        |                                                                                 |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Material constructivo ineficiente | Hogares que habitan viviendas con dos o más de sus partes con características materiales térmicamente ineficientes                                              | Piso                                     | Piso de cemento sin recubrimiento, ladrillo fijo, ladrillo suelto, tierra, otro |
|                                   |                                                                                                                                                                 | Cubierta exterior del techo              | Cubierta exterior de chapa de cartón, metal, fibrocemento o plástico.           |
|                                   |                                                                                                                                                                 | Cubierta interior del techo              | Cubierta exterior del techo sin cielorraso                                      |
|                                   |                                                                                                                                                                 | Pared                                    | Pared de madera, chapa o cartón.                                                |
|                                   |                                                                                                                                                                 |                                          | Pared sin revestimiento exterior<br>Pared sin revestimiento interior            |
| Ambientes amplios                 | Hogares que habitan viviendas con ambientes cuyo tamaño promedio es mayor o igual al séptimo decil del tamaño promedio de los ambientes del total de viviendas. | Cantidad de ambientes en la vivienda     |                                                                                 |
|                                   |                                                                                                                                                                 | Superficie cubierta total de la vivienda |                                                                                 |
| Sin aislamiento térmico           | Hogares que habitan viviendas que no presentan estrategias de aislamiento térmico en puertas ni ventanas                                                        | No aísla puertas ni ventanas             |                                                                                 |

En cuanto a la definición de estas dimensiones, la primera considera las características de eficiencia térmica de la vivienda, el tamaño de los ambientes y el uso de aislantes térmicos en puertas y ventanas. En la Tabla 1 se introducen las variables empleadas en la construcción del indicador y su descripción.

A partir del cumplimiento de las condiciones descriptas, es posible definir la intensidad y composición de la ineficiencia térmica de las viviendas encuestadas, siendo de grado bajo, cuando la vivienda cuenta con ambientes cuya superficie es muy grande o no presenta aislamiento en puertas y ventanas o de grado medio si presenta dos o más materiales constructivos térmicamente ineficientes y además no se aíslan puertas y ventanas o su superficie es muy grande. Finalmente, las viviendas que cumplen con las tres condiciones son categorizadas como grado alto.

Por otro lado, la eficiencia de consumo energético de la tecnología empleada en el hogar es estimada de manera indirecta, teniendo en cuenta el equipamiento que se utiliza para calefaccionar y las preferencias de compras de electrodomésticos con eficiencia categorizada como tipo 'A'. De esta manera, se identificó tanto a los hogares que emplean tecnología con consumos ineficientes como también a aquellos que emplean estrategias o tecnología de calefacción ineficientes o que evitan comprar electrodomésticos eficientes. En la Tabla 2 se describen las variables utilizadas en la construcción de esta dimensión.

La dimensión relativa al comportamiento de consumo eficiente y percepción de la energía ha sido abordada a partir de lo descrito en la Tabla 3. Esta dimensión es evaluada de manera cualitativa, en función al cumplimiento de dos condiciones: por un lado, si el hogar no mantiene prácticas de ahorro y uso eficiente de la tecnología y si, además, no percibe el acceso a la energía como una necesidad

vital, es categorizado como hogar con comportamiento altamente ineficiente (grado alto); por otro lado, si cumple con una de las condiciones, el grado de ineficiencia se considera bajo. La elección de estas condiciones apunta a precisar la percepción sobre la energía, definida en un orden simbólico, como también su expresión en el orden práctico, a partir del comportamiento de uso y consumo energético, considerando que ambos aspectos se encuentran interrelacionados y son mutuamente interdependientes.

La cuarta dimensión, que está relacionada al consumo energético y su costo asociado al ingreso total familiar, ha sido abordada a partir de las variables listadas en la Tabla 4. Aquí se reflejan aspectos económicos que condicionan al acceso, tanto en su carácter cuantitativo como cualitativo. En este sentido se han elaborado algunos estimadores que permiten identificar aquellos hogares en los que se evidencia un consumo energético irresponsablemente alto y altos costos en relación con sus ingresos (tanto en un sentido cuantitativo como cualitativo).

Finalmente, la última dimensión remite a los aspectos de seguridad asociados al acceso a la energía a partir de los indicadores descriptos en la Tabla 5. Su análisis permitirá precisar distintas variables ligadas a las particularidades de las conexiones e instalaciones eléctricas y su traducción en uso eficiente, seguridad aceptable y mayor calidad de los energéticos residenciales.

### 3. RESULTADOS

En esta sección se describen los resultados para las distintas dimensiones que componen el índice multidimensional de pobreza energética con respecto a la población encuestada. Esta caracterización se realiza a partir de la definición de tasas para las variables que integran cada una de las dimensiones, lo que permite una mayor precisión en la caracterización de la problemática analizada.

Tabla 2: Dimensión de ineficiencia energética de la tecnología empleada en el hogar

| Condición de ineficiencia energética de la tecnología del hogar | Definición del indicador                                                                       | Variable empleada                                              |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Tecnología para calefacción ineficiente                         | Hogares que emplean tecnología ineficiente o poco segura para calefacción                      | Calefacción mediante estufas eléctricas de cuarzo              |
|                                                                 |                                                                                                | Calefacción con leña                                           |
|                                                                 |                                                                                                | Calefacciona dejando el horno de la cocina encendido y abierto |
| Eficiencia energética de electrodomésticos ineficiente          | Hogares que no privilegian la compra de electrodomésticos con consumos energéticos eficientes. | Evita comprar electrodomésticos Clase A                        |

Tabla 3: Dimensión de ineficiencia en el comportamiento de consumo y percepción de la energía

| Condición de ineficiencia en el comportamiento de consumo energético | Definición del indicador                                                   | Variable empleada                                      |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Ahorro y uso ineficiente de la energía                               | Hogares que no mantienen prácticas de ahorro y uso eficiente de la energía | Evita comprar electrodomésticos Clase A                |
|                                                                      |                                                                            | No aísla puertas o ventanas                            |
|                                                                      |                                                                            | Mantiene el calefactor encendido en piloto             |
| Percepción del acceso a la energía                                   | Hogares que no perciben el acceso a la energía como una necesidad vital    | No percibe el acceso a la energía como necesidad vital |

Tabla 4: Dimensión relativa al alto consumo y costo en relación al ingreso total familiar

| Condición de ineficiencia consumo y costo de los energéticos | Definición del indicador                                                                                                                                                                                  | Variable empleada                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alto consumo                                                 | Hogares cuyo costo asociado al consumo energético mensual total es mayor o igual al séptimo decil del costo energético mensual del total de hogares                                                       | Costo mensual asociado al acceso a energía eléctrica                                                         |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                           | Costo mensual asociado al acceso a gas en red                                                                |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                           | Costo mensual asociado al acceso a gas en garrafa                                                            |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                           | Costo mensual asociado al acceso a carbón o leña                                                             |
| Alto costo con relación al ingreso total familiar            | Hogares cuya relación entre el costo total de acceso a los energéticos con respecto al ingreso total familiar es mayor o igual al séptimo decil de la relación entre costo e ingreso del total de hogares | Ingreso total familiar                                                                                       |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                           | Costo total mensual asociado al acceso a los distintos energéticos que emplea el hogar                       |
| Percepción del costo de la energía                           | Hogares que perciben que la relación entre sus ingresos totales familiares es baja con respecto al costo asociado a los energéticos residenciales                                                         | Percibe que el gasto mensual en el acceso a los energéticos es alto con respecto a su ingreso total familiar |

Tabla 5: Dimensión relativa a los aspectos de seguridad en el acceso y uso de la energía

| Condición de inseguridad en el acceso a los energéticos residenciales | Definición del indicador                                                                                                                     | Variable empleada                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acceso a red eléctrica insegura                                       | Hogares que no presentan disyuntor y llave térmica o presentan el cableado eléctrico expuesto o cuentan con una conexión eléctrica informal. | La vivienda no cuenta con disyuntor                                                           |
|                                                                       |                                                                                                                                              | La vivienda no cuenta con llave térmica                                                       |
|                                                                       |                                                                                                                                              | La vivienda no cuenta con cañería para contener los cables de conexión eléctrica domiciliaria |
|                                                                       |                                                                                                                                              | La vivienda cuenta con conexión eléctrica informal                                            |

Tabla 6: Resultados para el total de hogares sobre las condiciones de ineficiencia térmica

| Condición de ineficiencia térmica | Característica de ineficiencia térmica              | Porcentaje sobre el total de hogares |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Material constructivo ineficiente | Piso térmicamente ineficiente                       | 12,10%                               |
|                                   | Techo térmicamente ineficiente                      | 68%                                  |
|                                   | Pared sin revestimiento interior                    | 5,60%                                |
|                                   | Pared sin revestimiento exterior                    | 8,40%                                |
| Ambientes amplios                 | Viviendas con ambientes con superficies muy grandes | 15,80%                               |
| Sin aislamiento térmico           | No aísla puertas ni ventanas                        | 48,90%                               |

### 3.1. Eficiencia térmica de la vivienda

En la Tabla 6 se explicitan los resultados de las distintas variables que componen la dimensión de eficiencia térmica de las viviendas. Una vivienda que presente una mayor cantidad de estas características necesitará de una mayor cantidad de energía para mantener el confort térmico y evitar las fluctuaciones de temperatura, tanto de día como de noche. Así, con respecto a los materiales constructivos, el problema de eficiencia térmica más común tiene que ver con el uso de cubiertas del techo térmicamente ineficientes (un 68%).

Por otro lado, un 12% de las viviendas tienen piso de cemento sin recubrir, tierra o ladrillo, consolidado o sin consolidar. Un 15,8% de las viviendas presentan ambientes muy grandes y un 48,9% no mantienen medidas de aislamiento de puertas y ventanas.

### 3.2. Eficiencia de consumo energético de la tecnología que utiliza el hogar

La dimensión relativa a la eficiencia de la tecnología permite contextualizar los mayores consumos energéticos en términos de

la capacidad tecnológica del hogar. Con respecto a la cuestión eléctrica, el indicador tiene en cuenta la preferencia de compra de electrodomésticos Clase A, de donde se observa que el 30% no considera relevante la compra de electrodomésticos eficientes. Si bien puede ser que el hogar reconozca que dichos artefactos consumen menos energía, la decisión de compra también estaría mediada por la capacidad concreta de realizar ese gasto. Por otro lado, el indicador tiene en cuenta la tecnología empleada para la calefacción de la vivienda, de donde se infiere que el 20% de los hogares emplea estrategias de alto consumo energético y poco seguras, tales como el uso de estufas eléctricas a cuarzo, carbón, leña o el horno de la cocina. Finalmente, los resultados obtenidos al tener en cuenta ambos indicadores, conformando la dimensión de eficiencia de la tecnología empleada en el hogar, donde se observa que el 43,2% de ellos no compran artefactos Clase A o emplean tecnología ineficiente para calefacción.

### 3.3. Comportamiento racional y ahorro de consumo energético

La tercera dimensión que integra el índice multidimensional propuesto busca definir el comportamiento de consumo ineficiente o irracional. Esto está relacionado a las estrategias de ahorro energético que emplea el hogar y su percepción con respecto al acceso a la energía. En este sentido, se considera que un hogar tiene un comportamiento eficiente no sólo cuando realiza acciones tendientes a minimizar el gasto energético, sino también cuando concibe que el acceso a la energía posibilita su desarrollo en el tiempo. Así, el indicador busca integrar la cuestión simbólica que se esgrime a la acción de uso racional. En la Tabla 7 se observa, para el total de hogares encuestados, que el 54,6% no percibe el acceso a la energía como una necesidad vital para su desarrollo. El hecho de que la concepción del acceso a la energía esté vinculada al planteo de prácticas de ahorro y consumo eficiente es puesto de relevancia al observar que el 71,8% del total no lleva a cabo de manera activa estas prácticas, las cuales están dadas a partir de la presencia de al menos alguna de las siguientes estrategias: preferir un electrodoméstico Clase A en el momento de efectivizar una compra, aislar puertas y ventanas o evitar dejar el piloto del calefactor encendido cuando no se lo utiliza.

Respecto al grado de racionalidad en el comportamiento de uso de la energía, se asume como racional si el hogar percibe a la energía como necesidad vital y si mantiene alguna de las estrategias de ahorro o uso racional de energía ya mencionadas. Por otro lado, si en el hogar no se llevan a cabo prácticas de ahorro

y, además, no se percibe a la energía como necesaria, el grado de no racionalidad del uso es alto. De igual manera, si se observa la falta de una de estas condiciones, el grado de no racionalidad será medio. Los resultados indican que sólo el 35% del total mantiene un comportamiento racional, mientras que el 47,3% y el 17,7% es no racional medio y alto, respectivamente.

### 3.4. Seguridad en conexiones e instalaciones eléctricas

Por otro lado, una cuarta dimensión, que atiende la cuestión de seguridad en la conexión eléctrica, permite precisar los aspectos de calidad en el acceso a la energía y su seguridad, (cuestiones habitualmente comprendidas como parte de la pobreza energética oculta). Como se observa en la Tabla 8, el 6,6% de los hogares habitan viviendas con conexiones eléctricas informales, lo cual puede estar relacionado a la falta de capacidad de pago y vulnerabilidad económica del hogar, como también a falta de tenencia legal del terreno que ocupa la vivienda, o ambos pueden presentarse de manera conjunta. Con respecto a las condiciones de seguridad de las conexiones e instalaciones eléctricas formales, se observa que un 11,4% de las viviendas no presentan disyuntor ni llave térmica y que el 29% no mantiene los cables asegurados en el interior de cañerías adaptadas para ello. La falta de cumplimiento de estas medidas de seguridad aumenta sensiblemente la probabilidad de ocurrencia de accidentes por incendios y electrocución. Como resultado, se observa el porcentaje de hogares que mantienen al menos una de las tres características de inseguridad descriptas anteriormente y que corresponde al 35% del total.

### 3.5. Altos consumos y costos con relación al ingreso total familiar

La última dimensión aborda la intensidad del consumo energético en función de la relación entre el costo de acceso y el ingreso total familiar del hogar. Este segundo aspecto está definido de manera cuantitativa y también mediante la percepción del hogar con respecto a ese costo. Los indicadores que integran la dimensión están dados en función del consumo energético total que realiza la vivienda y son definidos de manera cuantitativa con respecto al total de hogares. El indicador de alto consumo revisa el costo total realizado por el hogar para el acceso a los energéticos residenciales. Esta estimación, si bien es indirecta, permite integrar los distintos tipos de energéticos en una medida única. De esta manera, un hogar con costos mensuales iguales o mayores al séptimo decil (2.400 pesos en 2018, para la ciudad de Santa Fe) será identificado como un hogar con consumos de energía muy elevados.

Tabla 7: Resultados para el total de hogares encuestados sobre el uso racional de la energía

| Característica de uso de energía                                                                      | Valor  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| No percibe el acceso a la energía como una necesidad vital                                            | 54,60% |
| No prefiere electrodomésticos clase A, o no aísla puertas y ventanas, o no deja el calefón en piloto. | 71,80% |

Tabla 8: Indicadores que forman parte de la dimensión relativa a la seguridad de las conexiones e instalaciones eléctricas

| Característica de condición eléctrica insegura    | Descripción                                                                                        | Valor  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Conexión eléctrica informal                       | Viviendas que no cuentan con una conexión eléctrica domiciliar autorizada por el órgano de control | 6,60%  |
| Condición de inseguridad en la conexión eléctrica | Viviendas sin disyuntor y llave térmica                                                            | 11,40% |
|                                                   | Sin cañería eléctrica                                                                              | 29%    |

Tabla 9: Indicadores que integran la dimensión relativa al alto costo e ingreso destinado al costo

| Característica de alto consumo y costo                                                                    | Valor  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Hogares con costos de acceso a la energía total mayor a 2.400 pesos por mes (año 2018)                    | 35,07% |
| Hogares con una relación entre costo e ingreso total familiar mayor al séptimo decil del total de hogares | 37,40% |
| Percibe que el costo del consumo es muy alto con relación a sus ingresos totales                          | 54,20% |

Por otro lado, los indicadores basados en la relación entre el costo de consumo y el ingreso total familiar han sido definidos de dos maneras: cuantitativamente, estimando que la relación es alta cuando es mayor o igual al séptimo decil de la distribución de estos valores para el total de hogares, donde se observa en la Tabla 9 que el 35,7% de los hogares cumplen con esta característica; o cualitativamente, a partir de revisar la forma en que se percibe la relación entre costos e ingreso total, donde el 54,2% de los hogares considera que es alta.

Finalmente, la dimensión es definida a partir de la integración de los tres indicadores. Aquellos hogares que mantengan altos consumos energéticos y, además, tengan una relación alta entre costos e ingresos, mantendrán una característica de pobreza energética asociada a altos consumos y costos altos. Como resultado, se observa que el 28,8% del total de hogares pertenecerían a esta categoría.

### 3.6. Caracterización de hogares de acuerdo con sus condiciones de pobreza energética

Contar con un indicador multidimensional permite valorar la situación del hogar con respecto a las diferentes dimensiones de manera sincrónica. Entonces, es posible definir un conjunto de hogares con configuraciones similares respecto a su estado de pobreza energética. De esta manera, el índice multidimensional estima, por un lado, la intensidad, a partir de la cantidad de condiciones asociadas que están presentes en un hogar de manera simultánea, y, por otro, la composición que adquiere el problema acorde a sus distintas dimensiones.

Con respecto a su intensidad, en aquellos hogares en los que se observe el cumplimiento de un mayor número de condiciones relacionadas a las dimensiones abordadas, transitará un estado de pobreza energética más intenso que con respecto a aquellos en los que se cuenta una cantidad menor. Como resultado, en la Figura 1 se observa que solamente en el 1,4% de los hogares la situación de pobreza energética está constituida por la acción de las cinco dimensiones, conformando este guarismo el grupo más afectado y con mayor vulnerabilidad. Por otro lado, cabe destacar que en más del 55,9% (29,5% + 26,4%) de los hogares intervienen una o dos dimensiones. El 15,4% del total no presenta ninguna característica asociada a las distintas dimensiones de la pobreza energética y en el 29,5% de los casos, se observa solo una. El grupo de hogares en donde se observan dos características, asociado a una intensidad baja-media, correspondería al 26,4% del total. Finalmente, los grupos de hogares con tres o más características, en los que se observa una intensidad alta o muy alta, representan el 28,7% del total.

Por otro lado, con respecto a la composición de estos factores, en el conjunto de hogares en donde solo se evidencia la acción de una de las dimensiones (29,5% del total), es decir, que mantienen un estado de pobreza energética bajo, su manifestación está asociada principalmente a problemas de eficiencia térmica de la vivienda (41% de este grupo), acompañada por alto consumo y costo (26% de este grupo) y consumo ineficiente de tecnología (21% de este grupo). En los hogares que presentan dos características (26,4% del total), la frecuencia más común se relaciona con la ineficiencia térmica de la vivienda, acompañada de alto consumo y costo (13,8% de este grupo), comportamiento de consumo

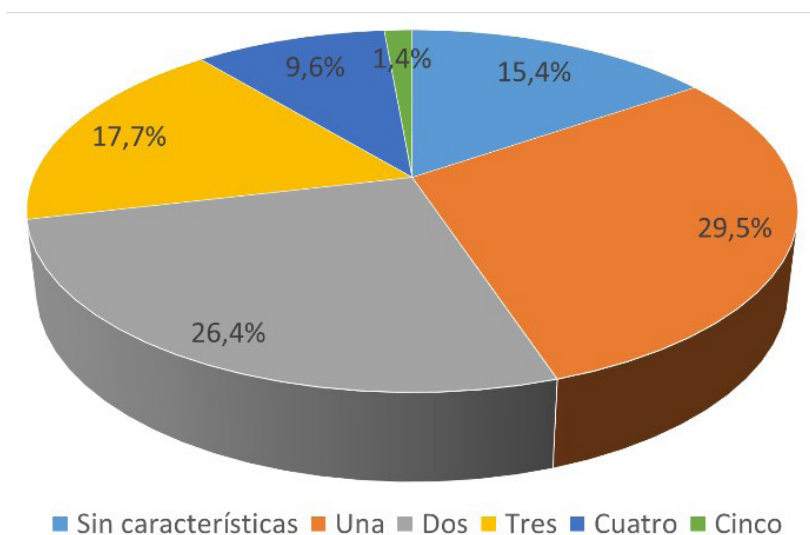


Fig. 1: Intensidad de pobreza energética. Porcentaje de hogares según cantidad dimensiones presentes con respecto al total

ineficiente (22,3% de este grupo) y conexión eléctrica insegura (4,2% de este grupo).

En los hogares que mantienen tres o más características (17,7% del total), la composición más frecuente se vincula a la conexión eléctrica insegura y a la ineficiencia térmica de la vivienda, acompañado por comportamiento de consumo no racional (18,5%), tecnología ineficiente (23,9%) y alto costo en el consumo (22%).

#### 4. DISCUSIONES

En relación con la eficiencia térmica de las viviendas, se observó que el 56% de los hogares presenta alguna característica de ineficiencia, y el 48,9% no implementa medidas de aislamiento en puertas y ventanas. Esto implica que mejorar dicho aislamiento podría ser una alternativa de mitigación no solo de bajo costo, sino también implementable en el corto plazo. Sin embargo, el problema más significativo se relaciona con el uso de cubiertas de tejado térmicamente ineficientes, presente en un 68% de los hogares. Esta problemática plantea el desafío de diseñar políticas públicas que promuevan el cumplimiento de normas de eficiencia energética para las unidades habitacionales, tanto en el sector público (vivienda social) como en la obra nueva del sector privado.

Los resultados sobre la eficiencia del consumo energético de la tecnología utilizada en los hogares muestran que el 30% no considera relevante la adquisición de electrodomésticos eficientes. Además, el 20% de los hogares emplea estrategias inseguras y de alto consumo energético para calentar el hogar, como cocinas eléctricas de cuarzo, carbón, leña o el horno de cocina. Una posible inferencia es que esta elección está asociada a la capacidad financiera para realizar el gasto, que suele ser mayor que el de tecnologías menos eficientes. Otra causa podría ser el desconocimiento sobre el impacto energético de los diferentes equipos. Esto argumenta la necesidad de campañas de sensibilización para mejorar las prácticas de uso energético en el hogar y la ampliación de subsidios y líneas de crédito para la compra de tecnologías eficientes.

El análisis del comportamiento racional y el ahorro en el consumo de energía reveló que el 54,6% no percibe el acceso a la energía como una necesidad vital para su desarrollo, mientras que el 71,8% no realiza prácticas efectivas de ahorro y consumo eficiente. Estos resultados destacan la falta de conciencia sobre la importancia del tema energético en la vida cotidiana, lo cual impide avanzar hacia un comportamiento racional basado en el ahorro de energía.

En cuanto a la seguridad de las conexiones e instalaciones eléctricas, se evidenció que el 6,6% de los hogares habita en viviendas con conexiones eléctricas informales, el 11,4% no cuenta con disyuntor o llave térmica, y el 29% no mantiene los cables asegurados en tuberías adaptadas. Las conexiones informales constituyen un riesgo permanente para la vida de los miembros del hogar. Este segmento es el más afectado, pero muchos más hogares, por su situación de vulnerabilidad económica, quedan excluidos de la posibilidad de contar con conexiones e instalaciones seguras. Esto requiere la implementación de acciones estatales para regularizar las conexiones deficientes y capacitar a los destinatarios sobre la necesidad urgente de minimizar los riesgos en la manipulación de la energía.

Los resultados sobre consumo y costos en relación al ingreso familiar total mostraron que en el 35,7% de los hogares, la relación entre el costo del consumo y el ingreso familiar total es mayor o

igual al séptimo decil de la distribución de estos valores. Además, el 54,2% de los hogares considera que la relación entre costes e ingresos es alta. Estos resultados sugieren un preconceito sobre la posibilidad de hacer un uso ilimitado de la energía, siempre que pueda pagarse. Es necesario mostrar los costos reales asociados a la generación y distribución de energía, así como los impactos sociales y ambientales que conlleva.

El mayor desafío será pensar y proponer soluciones creativas, no siempre tradicionales, que tengan en cuenta las particularidades de cada territorio y, dentro de él, de cada barrio y atentas a las diferencias expresadas por los hogares en situación de pobreza energética. El enfoque para su consideración y transformación debe basarse en una estrategia ampliada y participativa que incluya el aporte de múltiples actores: el gobierno, que debe liderar el proceso de cambio; el sector académico; las organizaciones sociales y territoriales; y los grupos destinatarios de estas acciones, quienes deben tener un papel activo en la toma de decisiones.

Para promover el bienestar de los sectores más vulnerables de la población es necesario no solo mejorar el acceso a un servicio energético de calidad, sino también asegurar que obtengan una cantidad adecuada de energía asequible. Consideramos que esto proporciona beneficios adicionales como la optimización de la calidad del aire interior o más tiempo disponible para actividades productivas y recreativas, entre otros. Solo desde el consenso colectivo y con base en datos objetivos será posible avanzar en la concreción de políticas públicas que reviertan el escenario descrito: la sostenibilidad no será posible mientras exista pobreza, en cualquiera de sus formas. Esperamos haber hecho un modesto aporte para visibilizar, en este caso, la pobreza energética, que de no revertirse no permitirá la construcción de un proyecto de vida digna a nivel personal y comunitario.

#### 5. CONCLUSIONES

En este artículo presentamos una propuesta metodológica para medir la pobreza energética de manera multidimensional a nivel local. Este enfoque aporta una visión integral, destacando la importancia de su alcance, las complejidades inherentes a su medición y, sobre todo, la necesidad de encontrar alternativas reales para su transformación. El indicador construido permitió analizar el estado de los hogares respecto a diferentes dimensiones de forma sincrónica. Como resultado, se evidenció que el 55,1% de los hogares encuestados presentan dos o más características vinculadas a la pobreza energética. Estos resultados preliminares en cada una de las cinco dimensiones analizadas ofrecen una visión detallada del panorama en la ciudad de Santa Fe y señalan los desafíos conceptuales y metodológicos que aún deben abordarse.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero recibido de la Universidad Nacional del Litoral, la Universidad Nacional de Salta y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

#### REFERENCIAS

- Acheampong AO, Erdiaw-Kwasie MO, Abunyewah M (2021) Does energy accessibility improve human development? Evidence from energy-poor regions. *Energy Economics* 96, 105165.
- Basualdo et al., 2002 La renegociación con las empresas privatizadas. El proceso de privatización de la Argentina 2002

- Calvo R, Álamos N, Billi M, Urquiza A, Contreras Lisperguer R (2021) “Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe”, serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 207 (LC/TS.2021/104), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.
- Chun, 2017; Decisión de desinversión del activo de distribución de electricidad, Edesur, por parte de la empresa petrolera Petrobras Argentina, en el año 2013. Tesis doctoral. Universidad Argentina de la Empresa
- Duran RJ, Condori MÁ (2021) Socioeconomic and energy vulnerability in Argentinian households. *Cuadernos Geograficos*, 60, 156–180.
- Gastiarrea, Fazzini, Prieto, & Gil, 2017 *Uso de la energía en el sector residencial*. AVERMA Buenos Aires, 2017.
- Gómez Sánchez, 2017 *Inversión y desinversión directa española en el exterior. Evolución en el sector de las industrias extractivas en América Latina*
- Groh S (2014) The role of energy in development processes—The energy poverty penalty: Case study of Arequipa (Peru). *Energy for Sustainable Development*, 18, 83–99.
- Guzowski C, Ibañez Martín M, Zabaloy MF (2021) Pobreza Energética: Conceptualización y su Vínculo con la Exclusión. *Breve Revisión para América Latina*. *Ambiente e Sociedade*, 24, 1-21.
- Hughes D (2013) Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance Post Carbon Institute. Accessed 17.11.21: <https://www.postcarbon.org/publications/drill-baby-drill/>
- IEA (2021), *World Energy Outlook 2021*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO (2021) *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report*. World Bank, Washington DC. © World Bank. License: Creative Commons Attribution—Non Commercial 3.0 IGO (CC BY- NC 3.0 IGO).
- Jones, R. H. (2010). *Energy Poverty: How to make modern energy access universal*. Special early excerpt of the *World Energy Outlook*. Recuperado de [http://forocea.energia.gob.mx/res/pdf/ST\\_7\\_1.pdf](http://forocea.energia.gob.mx/res/pdf/ST_7_1.pdf)
- Kozulj, 2005 *La crisis energética en Argentina, orígenes y perspectivas*. Fundación Bariloche IDEE paper, 2005, vol. 7.
- Kozulj, 2015 *El sector energético argentino. Un análisis integrado de sus problemas, impactos y desafíos macroeconómicos* Editorial UNRN, 2015.
- Lin, J. (2018). Affordability and access in focus: Metrics and tools of relative energy vulnerability. *The Electricity Journal*, 31(6), 23-32.
- Mazzone A (2020) Thermal comfort and cooling strategies in the Brazilian Amazon. An assessment of the concept of fuel poverty in tropical climates. *Energy Policy*, 139, 111256.
- OSUNL (2019) *Observatorio Social de la Universidad del Litoral* (2019) ‘Documento metodológico del Panel de Hogares’ <https://www.unl.edu.ar/observatoriosocial/onda2019/10.pdf>
- Pérez-Fargallo A, Bienvenido-Huertas D, Rubio-Bellido C, Trebilcock M (2020) Energy poverty risk mapping methodology considering the user's thermal adaptability: The case of Chile. *Energy for Sustainable Development*, 58, 63–77.
- Piai JC, Gomes RDM, Jannuzzi GDM (2020) Integrated resources planning as a tool to address energy poverty in Brazil. *Energy and Buildings*, 214, 109817.
- Quishpe Sinailin P, Taltavull de La Paz P, Juárez Tárraga F (2019) Energy Poverty in Ecuador. *Sustainability*, 11, 6320.
- Recalde, 2011 *Energy policy and energy market performance: The Argentinean case*. *Energy policy*, vol. 39, no 6, p. 3860-3868.
- Santillán OS, Cedano KG, Martínez M (2020) Analysis of Energy Poverty in 7 Latin American Countries Using Multidimensional Energy Poverty Index. *Energies*, 13, 1608.
- Sokołowski, J., Lewandowski, P., Kielczewska, A., & Bouzarovski, S. (2020). A multidimensional index to measure energy poverty: the Polish case. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 92-112. Sokołowski, J., Lewandowski, P., Kielcz
- Urquiza A, Amigo C, Billi M, Calvo R, Labraña J, Oyarzún T, Valencia F (2019) Quality as a hidden dimension of energy poverty in middle-development countries. Literature review and case study from Chile. *Energy & Buildings*, 204, 109463.
- Villalobos C, Chavez C, Uribe A (2021) Energy poverty measures and the identification of the energy poor: A comparison between the utilitarian and capability-based approaches in Chile. *Energy Policy*, 152, 112146.