

¿DE QUÉ FORMA INFLUYE EL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA EN LA TRANSFORMACIÓN TECNOLÓGICA EN ENERGÍA? UNA PERSPECTIVA SISTÉMICA

[Maritza Jiménez, MSc, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, mjimenez@unal.edu.co]

[Carlos Jaime Franco, PhD, Universidad Nacional de Colombia, cjfranco@unal.edu.co]

[Isaac Dynner, PhD, Universidad Jorge Tadeo Lozano, idynner@yahoo.com]

Introducción

El incremento de la participación de las fuentes renovables en la generación de energía eléctrica, sumado a la aparición de nuevos modelos de negocio, son indicadores de que los mercados eléctricos se encuentran atravesando una etapa de transformación tecnológica [1]–[3]. En este mismo sentido, se observa que diferentes gobiernos propenden por favorecer dicha transformación, ya que a través de la suscripción de acuerdos internacionales como el Acuerdo de París - COP21 [4] se manifiesta el interés y compromiso por buscar y favorecer mecanismos de generación de energía más amigables con el medio ambiente.

En medio del proceso de transformación tecnológica se ha observado cómo la demanda ha tenido un papel destacable. Por ejemplo, gracias a la disminución de los precios de tecnologías renovables se ha incrementado la generación con fuentes como la solar, no sólo a gran escala, sino también a nivel de micro y auto generación [5]–[7]; y han aparecido formas de generación no centralizada sino distribuida, modificando algunos paradigmas en la generación eléctrica tradicional [3], [8], [9]. Por otro lado, algunos autores han mostrado cómo algunas políticas que buscan favorecer determinados cambios en los mercados eléctricos a partir de la modificación del comportamiento de la demanda (incentivos en precios, subsidios, tarifas horarias, entre otros) logran impactar los mercados eléctricos de forma importante, haciendo incluso peligrar su estabilidad [10]–[12].

Ante estos acontecimientos, y considerando que múltiples políticas actuales de los gobiernos están orientadas a modificar los comportamientos de la demanda; resulta pertinente preguntarse si existen relaciones de realimentación entre el comportamiento de la demanda eléctrica y la transformación de los mercados de electricidad, cuáles son estas relaciones y de qué forma se han dado en la historia de los mercados eléctricos. El presente trabajo se acerca a estas cuestiones a partir de una visión sistémica del problema, identificando relaciones de tipo causal.

Metodología

Las transiciones en energía han sido abordadas en la literatura desde diversas perspectivas. Algunos autores han ahondado en el proceso de difusión de las tecnologías identificando, por ejemplo, velocidades de transición y niveles de penetración de tecnologías renovables [11], [13]–[15]. Otros autores se han enfocado en los efectos de la transición para los stakeholders, incluyendo la aparición de nuevos modelos de negocios para las empresas proveedoras de energía, la aparición de nuevos tipos de empleos, la amenaza a la estabilidad del funcionamiento actual de los mercados eléctricos, entre otros. [16]–[19].

Para hacer estos análisis se han utilizado diferentes aproximaciones metodológicas entre las que se incluyen análisis socio-técnicos, estudios de administración estratégica, perspectivas multinivel, heurísticas y otros más [20]–[22]. Debido a que el objetivo de este trabajo es comprender el papel de la demanda en las transformaciones tecnológicas en energía, se ha optado por utilizar un enfoque sistémico. Este enfoque, basado en la metodología de dinámica de sistemas, permite plasmar relaciones de realimentación entre las variables, incluyendo efectos de complejidad, causalidad y no linealidad [23], [24].

Resultados

Este trabajo identifica las relaciones de causalidad existentes entre el comportamiento de la demanda y las transformaciones tecnológicas en energía. Resaltando cómo algunas de las acciones de la demanda han contribuido a la transformación de los mercados eléctricos; y, al mismo tiempo, cómo las transformaciones de los mercados eléctricos han influenciado y modificado los comportamientos de la demanda de energía eléctrica.

Utilizando la metodología de dinámica de sistemas, se encuentra que es posible construir una hipótesis dinámica que explica el comportamiento anteriormente descrito, exponiendo a partir de relaciones de causalidad la realimentación existente entre el comportamiento de la demanda y la transformación tecnológica de los mercados eléctricos. Se

identifica que la demanda ha tenido una participación importante en las transformaciones tecnológicas que se han dado en la historia de los mercados eléctricos, y que a partir del establecimiento de políticas adecuadas, es posible generar movimientos en los comportamientos de la demanda que contribuyan en las velocidades y formas en que suceden determinadas transformaciones.

Conclusiones

Las principales conclusiones de este trabajo consisten en la identificación de la existencia de relaciones de realimentación entre el comportamiento de la demanda de energía eléctrica y las transformaciones tecnológicas de los mercados eléctricos; y la formulación de una hipótesis dinámica de cómo suceden estas relaciones. A partir de la identificación de estos efectos es posible contribuir a la formulación de políticas públicas más efectivas que favorezcan la transformación de los mercados de forma sostenible, ya que consideran los efectos de su intervención desde una perspectiva sistémica.

Referencias

- [1] OCDE/IEA, “World energy outlook 2016: resumen ejecutivo,” Paris, 2016.
- [2] REN 21, *Renewables 2017: global status report*. 2017.
- [3] C. Rochlin, “Distributed renewable resources and the utility business model,” *Electr. J.*, vol. 29, no. 1, pp. 7–12, 2016.
- [4] UNFCCC, “Paris Agreement,” 2015.
- [5] J. A. Hayward and P. W. Graham, “A global and local endogenous experience curve model for projecting future uptake and cost of electricity generation technologies,” *Energy Econ.*, vol. 40, pp. 537–548, Nov. 2013.
- [6] OECD/IEA, “Next generation wind and solar power from cost to value,” 2016.
- [7] IEA, “Medium-Term Renewable Energy Market Report 2016. Executive Summary,” 2016.
- [8] R. Khalilpour and A. Vassallo, “Leaving the grid: An ambition or a real choice?,” *Energy Policy*, vol. 82, pp. 207–221, Jul. 2015.
- [9] M. F. Akorede, H. Hizam, and E. Pouresmaeil, “Distributed energy resources and benefits to the environment,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 724–734, Feb. 2010.
- [10] L. M. Cardenas, C. J. Franco, and I. Dyer, “Assessing emissions–mitigation energy policy under integrated supply and demand analysis: the Colombian case,” *J. Clean. Prod.*, vol. 112, pp. 3759–3773, Jan. 2016.
- [11] M. Jimenez, C. J. Franco, and I. Dyer, “Diffusion of renewable energy technologies: The need for policy in Colombia,” *Energy*, vol. 111, pp. 818–829, 2016.
- [12] L. Cardenas, M. Zapata, C. J. Franco, and I. Dyer, “Assessing the combined effect of the diffusion of solar rooftop generation, energy conservation and efficient appliances in households,” *J. Clean. Prod.*, vol. 162, pp. 491–503, Sep. 2017.
- [13] R. Fouquet, “Historical energy transitions: Speed, prices and system transformation,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 22, pp. 7–12, 2016.
- [14] B. K. Sovacool, “How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 13, pp. 202–215, 2016.
- [15] D. J. Hess, “Sustainability transitions: A political coalition perspective,” *Res. Policy*, vol. 43, no. 2, pp. 278–283, 2014.
- [16] P. Johnstone and P. Kivimaa, “Multiple dimensions of disruption, energy transitions and industrial policy,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 37, no. November 2017, pp. 260–265, 2018.
- [17] F. Rauschmayer, T. Bauler, and N. Schöpke, “Towards a thick understanding of sustainability transitions - Linking transition management, capabilities and social practices,” *Ecol. Econ.*, vol. 109, pp. 211–221, 2015.
- [18] M. Castaneda, M. Jimenez, S. Zapata, C. J. Franco, and I. Dyer, “Myths and facts of the utility death spiral,” *Energy Policy*, vol. 110, 2017.
- [19] S. Carley, T. P. Evans, and D. M. Konisky, “Adaptation, culture, and the energy transition in American coal country,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 37, no. August 2017, pp. 133–139, 2018.
- [20] F. W. Geels, T. Schwanen, S. Sorrell, K. Jenkins, and B. K. Sovacool, “Reducing energy demand through low carbon innovation: A sociotechnical transitions perspective and thirteen research debates,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 40, no. June 2017, pp. 23–35, 2018.
- [21] J. Markard, R. Raven, and B. Truffer, “Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects,” *Res. Policy*, vol. 41, no. 6, pp. 955–967, 2012.
- [22] U. Dolata, “Technological innovations and sectoral change. Transformative capacity, adaptability, patterns of change: An analytical framework,” *Res. Policy*, vol. 38, no. 6, pp. 1066–1076, 2009.
- [23] J. D. Sterman, *Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, no. December 1999. 2000.
- [24] I. Dyer, C. J. Franco, and L. M. Cardenas, “Energy Policy Modeling in the 21st Century,” no. 65, 2013.