

Enrique Palazuelos Manso

Catedrático jubilado, Universidad Complutense de Madrid

Los dos términos que componen el título de este artículo hacen referencia a dos objetivos económicos tan reiteradamente mencionados como difíciles de materializar. *Grosso modo*, la transición energética se refiere a la necesidad de poner fin a una época histórica en la que la producción y el consumo de energía se han basado en la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) para abrir otra nueva en la que la generación y el uso de energía se sustenten en fuentes renovables. Por su parte, el cambio de modelo productivo se refiere a la transformación de una estructura de producción que cuenta con una fuerte presencia de bienes y servicios de reducido valor añadido, obtenidos mediante procesos intensivos en trabajos de escasa cualificación, para dar paso a una nueva estructura sustentada en actividades más tecnificadas y de mayor cualificación laboral que proporcionen una productividad más elevada.

Ninguno de los dos términos se agota en el otro. La transición energética, además de favorecer el cambio de modelo productivo, generará otras virtudes importantes, como será la drástica reducción, hasta su desaparición, de las emisiones de partículas contaminantes sobre todo de gases de efecto invernadero, junto con numerosas ventajas para consolidar un sistema de transporte sostenible y el funcionamiento de una economía circular que sea bastante más comedida en el consumo de materiales y en la generación de residuos y desperdicios. Por su lado, la transformación del modelo productivo, además de los cambios asociados al sistema energético, requerirá de un conjunto de modificaciones fundamentales en distintos ámbitos económicos y sociales.

Con la brevedad que exige la limitación de espacio, este artículo examina únicamente los principales vínculos entre esos dos objetivos. Primero plantea cuáles son los rasgos básicos que debe adoptar la transición

energética, después destaca sus implicaciones virtuosas para el cambio productivo y, finalmente, apunta varias incertidumbres y dificultades que pueden obstaculizar esos impulsos virtuosos

1. Cuatro rasgos básicos de la transición energética

La mayoría de los retos energéticos convergen en un arco de bóveda: el sistema eléctrico. La sustitución de los hidrocarburos como recursos energéticos exige el fuerte desarrollo de la generación de electricidad mediante fuentes renovables, de modo que su nivel de producción y sus redes de transmisión garanticen la energía suficiente y segura con la que cubrir la demanda que necesitan las actividades económicas y sociales.

Siendo así, el primer rasgo es la apuesta por lograr la hegemonía de las tecnologías renovables en el *mix* de la oferta energética. Esto se conseguirá a través del acelerado crecimiento de la producción eléctrica mediante fuentes eólicas (terrestre y marina) y solares (fotovoltaica y térmica), además de la hidráulica (fluyente y de bombeo) y, en menor medida, otras como la geotérmica, la mareomotriz y las biomásas renovables. El segundo rasgo es la necesidad de innovar en dispositivos acumuladores que permitan almacenar electricidad en gran escala para compensar la intensa variabilidad de esas fuentes renovables, sometidas a la discrecionalidad de fenómenos naturales (viento, sol, lluvia, mareas).²

1. Artículo publicado originalmente en el n.º 40 de *Dossieres EsF* (invierno de 2021), dedicado a «La reorientación del modelo productivo de la economía española».

2. A su vez, la variabilidad productiva de las fuentes renovables obliga a disponer de capacidades de respaldo que entren en funcionamiento ante situaciones de déficit de oferta, mediante plantas de ciclo combinado basadas en gas natural, ciertas biomásas y otras fuentes con emisiones contaminantes de menor intensidad. Las plantas nucleares, además de tener sentenciado su cierre definitivo en el plazo de una década y media, no se adecuan a esa finalidad de respaldo debido a que sólo alcanzan eficiencia técnica si mantienen un funcionamiento continuo.

El tercer rasgo es la exigencia de infraestructuras de transporte y distribución de electricidad que se correspondan con la generación basada en esas fuentes renovables (intermitentes y descentralizadas), con la incorporación de dispositivos de almacenamiento y con las nuevas características que irá teniendo la demanda de electricidad. Precisamente, los cambios en dicha demanda constituyen el cuarto rasgo de la transición energética, a medida que el abandono de los hidrocarburos suponga el rápido incremento del consumo de electricidad en el transporte (vehículos eléctricos), los hogares (aparatos de climatización) y las industrias con procesos de fabricación intensivos en energía.

2. Implicaciones productivas virtuosas de la transición energética

Los cuatro rasgos mencionados irán estableciendo sucesivos enlazamientos hacia atrás y hacia adelante que favorezcan la transformación estructural de la economía mediante la incorporación de nuevos equipos, procesos productivos, técnicas de gestión y cualificaciones laborales.

La articulación hacia atrás, del sistema eléctrico como demandante, irá discurriendo a través de dos tipos de estímulos innovadores. Primero, la fabricación de maquinaria y componentes para las instalaciones eólicas, fotovoltaicas y demás fuentes renovables, proporcionando equipos y métodos de producción cada vez más eficientes en términos técnicos y más rentables en términos de costes. Segundo, la provisión de dispositivos de almacenamiento eléctrico en gran escala, llamados a convulsionar todo el sistema eléctrico-energético. Actualmente, los distintos procedimientos (mecánicos, electroquímicos, electromagnéticos y otros) con los que construir esos acumuladores se encuentran en distintas fases de investigación, sin que hasta el momento se hayan alcanzado hallazgos definitivos cuya viabilidad técnica haga posible su comercialización masiva.

La articulación hacia adelante, del sistema eléctrico como oferente de energía, irá discurriendo a través de los impulsos que ejerza sobre los sectores y actividades que incrementarán el consumo de electricidad; sobre todo, el transporte rodado, con la expansión del parque de vehículos eléctricos. El desafío más decisivo que comporta la electrificación del transporte se concentra en el desarrollo de las baterías a instalar en esos vehículos, unos para uso personal y otros para

transportar pasajeros y mercancías. Las nuevas variedades de baterías deben hacer compatibles tres ámbitos interrelacionados: ampliar la autonomía de desplazamiento de los vehículos, abaratar los costes de fabricación e instalar infraestructuras de recarga en la cuantía y con las características que demandará el acelerado incremento de vehículos eléctricos.

La articulación bidireccional del sistema eléctrico, hacia atrás y hacia adelante, hará viable la interconexión permanente y simultánea entre la oferta y la demanda de electricidad. Desde el punto de vista técnico, esa función ha venido siendo ejercida por las redes de transmisión, formadas por el vasto entramado de líneas de alta y baja tensión, y por las estaciones de transformación y de reparto, con las que se garantiza que en todo momento y de forma segura millones de puntos de consumo (industrias, servicios, hogares) dispongan de la energía que necesitan.

Sin embargo, en la época actual esa función irá formando parte de una trama más integral que ya no se circunscribirá a la conexión interna del sistema eléctrico (producción, almacenamiento y transporte). Incluirá también a las instalaciones dedicadas al autoconsumo y al número creciente de equipos eléctricos instalados en los hogares y en las empresas, así como a las baterías de los vehículos y a las instalaciones de recarga. El desafío es potenciar al máximo la multi-conectividad eléctrica, pomposamente calificada como *smart grid* o red inteligente.

En ese desafío están implicadas numerosas líneas de desarrollo tecnológico, destacando en particular aquellas que conciernen a la digitalización, esto es, la extensión generalizada y articulada de las tecnologías digitales. Estas tecnologías permiten convertir la información analógica de las señales que se generan por fenómenos electromagnéticos (textos, sonidos, imágenes) en formatos a los que se pueden aplicar microprocesadores. La vertebración de ese cúmulo de tecnologías, unas ya disponibles y otras por innovar, será decisiva para mejorar la producción de cada fuente de energía renovable y la coordinación de todas ellas, para aportar dispositivos con mayor capacidad de almacenamiento, para favorecer la organización de las redes de transmisión eléctrica y para establecer la interconectividad con una enorme variedad de aparatos eléctricos de consumo.³

3. Igualmente, la digitalización y, de forma más general, el fenómeno de la interconectividad de «todo lo eléctrico» irá

A la puerta está llamando el ingente campo de posibilidades que se pronostican con la tecnología 5G, esto es, las redes de móviles de quinta generación, que multiplicarán por diez o más veces la velocidad de los dispositivos, reducirán drásticamente el tiempo de respuesta (latencia) y permitirán una muy superior cantidad de dispositivos interconectados. De la mano de la digitalización y de los otros avances en electrónica y telecomunicaciones (nanoprocesadores, satélites, computación en la nube), será factible un vasto despliegue de la «inteligencia artificial», el campo de la informática que se dedica a crear y explotar mecanismos automáticos con los que revelar comportamientos que actualmente sólo son posibles, con frecuencia de manera limitada, mediante procesamiento humano.

3. Obstáculos y amenazas en un horizonte incierto

Lo expuesto hasta aquí podría considerarse una presentación alegórica si al mismo tiempo no se señalan las dificultades, algunas ciertamente graves, que pueden cercenar la transición energética y sus enlazamientos virtuosos con la estructura productiva. Más aún cuando las nefastas consecuencias de la pandemia de la COVID-19 siguen tristemente activas y contribuyen a espesar el manto de incertidumbres que se cierne sobre la economía española a finales de 2020. Los enormes recursos materiales y humanos que deben dedicarse a paliar los peores efectos de la pandemia constituyen por sí mismos un poderoso obstáculo.

Un primer grupo de problemas se deriva de la influencia decisiva que ciertos poderes ejercen en el sistema energético y en el desenvolvimiento de una economía como la española. De un lado, está el control oligopólico que ostentan las grandes compañías eléctrico-gasíferas (Iberdrola, Endesa, Naturgy, Repsol, EDP), con el que condicionan el comportamiento de los mercados y buena parte de las decisiones normativas dictadas por las autoridades. Ese control amenaza con incorporar un sesgo unilateral a los objetivos de la transición energética para adecuarlos a sus intereses empresariales. De otro lado, están los grandes fabricantes internacionales de automóviles, baterías e infraestructuras de recarga, en cuyas manos está buena parte de las decisiones estratégicas sobre la

transición energética. Junto con ellos, hay que considerar a los gobernantes de países como China, cuyo creciente liderazgo tecnológico y financiero en asuntos energéticos contrasta con la reducida capacidad de decisión efectiva de las autoridades europeas y, por supuesto, las españolas.

Esos poderes efectivos dificultan la posibilidad de que las instituciones españolas (gobierno, parlamento) tracen una estrategia para la transición energética cuyos objetivos y medidas (viables y eficaces) garanticen los intereses sociales mayoritarios. Una estrategia que deben consensuar con las fuerzas políticas y con las organizaciones empresariales, laborales y ciudadanas, para afrontar las notables diferencias de intereses, las aversiones al cambio y las incertidumbres que presiden la escena energética.

Un segundo grupo de problemas se relaciona con el modo de financiar y llevar a cabo el enorme volumen de inversiones que requiere la transición energética. Sin duda, la inyección de recursos acordada en el verano de 2020 por la Unión Europea, a través del fondo de recuperación Nex Generation, junto a recursos provenientes de otros fondos europeos, proporcionará un margen de inversión pública hasta ahora desconocido, que en una proporción importante podrá destinarse a impulsar la digitalización, las tecnologías energéticas renovables, el parque de vehículos eléctricos, la dotación de instalaciones de recarga y otras prioridades de la transición energética. Sin embargo, esa ventaja inicial no puede ocultar que tanto el volumen como los requisitos de inversión tendrán que ser bastante más exigentes. Las inversiones públicas no podrán ser subsidiarias ni sustitutivas de las que en mayor medida tienen que realizar las compañías privadas. Las inversiones públicas deberán apostar por la configuración de un tejido empresarial diversificado que favorezca la presencia de empresas de tamaño medio y de pequeñas iniciativas territoriales con las que reducir el grado de oligopolio eléctrico-gasífero. A su vez, las cuantías de las inversiones tanto públicas como privadas han de ser muy superiores y deberán realizarse de manera persistente durante al menos las dos próximas décadas. Los principales proyectos de inversión necesitarán una buena coordinación para generar complementariedades productivas. Las entidades (bancos y fondos) y los mecanismos financieros deberán garantizar compromisos a medio plazo, huyendo de burbujas especulativas que pudieran emerger en algunos de los nuevos negocios energéticos.

permeando el conjunto de ámbitos e instituciones, incluyendo la actividad industrial, la sanidad, la enseñanza y el funcionamiento de la Administración.

Un tercer grupo de problemas gira en torno a la tecnología. Los logros alcanzados en las últimas décadas en términos de avances técnicos y abaratamiento de costes están siendo espectaculares. Siguiendo esa senda, la mayor dedicación de recursos financieros y materiales a la I+D en energía seguirá proporcionando hallazgos importantes. Sin embargo, ni la trayectoria pasada ni la cantidad de recursos garantizan que los dispositivos de almacenamiento, las nuevas baterías, los equipos de recarga y las condiciones de interconectividad vayan a estar técnicamente disponibles en pocos años, ni que sus menores costes sean suficientes para favorecer su comercialización generalizada, ni que se produzcan los cambios socio-culturales que precisa la aceleración de la transición energética. Es así que el lastre del atraso tecnológico español, sumado al control que ejercen las compañías y ciertos estados extranjeros y a las incertidumbres científico-técnicas que persisten, todo ello arroja dudas razonables acerca de los plazos temporales y de las condiciones en las que las innovaciones tecnológicas irán siendo accesibles.

El perfil optimista lo aportan la labor que viene desarrollando el Ministerio para la Transición Ecológica desde 2018 y la creciente conciencia social acerca de la urgente necesidad de acometer esa transición. La presteza y la amplitud de las medidas promovidas por el Ministerio, unidas a la aprobación de la Ley sobre clima y energía, y al Plan hasta 2030, además de otros proyectos gubernamentales, como la Agenda digital 2025, indican que los poderes públicos se mueven en la dirección adecuada. Sin embargo, las realizaciones prácticas todavía son modestas y no permiten formular un pronóstico serio acerca del alcance transformador de esa nueva política energética. La ruidosa cacofonía con la que desde todo tipo de posiciones, con intereses políticos y económicos muy alejados, se hace un uso profuso de eslóganes sobre la transición energética y el cambio de modelo productivo aconseja esforzarse por separar el reino de las palabras y la realidad de los hechos.

El largo trayecto por recorrer se va a dirimir en dos escenarios complementarios. En uno, se ventilan las aspiraciones comunes de la sociedad española como un colectivo dispuesto a construir un futuro tecnológico e institucional que supere los lastres del presente. En el otro, pugnan esos intereses económicos y políticos (nacionales e internacionales), con proyectos distintos acerca de las prioridades y del alcance de los cambios tecnológicos e institucionales. La transición resultante dependerá de la masa crítica que se conforme en la síntesis de ambos escenarios, como consecuencia del grado de vertebración *versus* fractura que registren la organización social, el tejido empresarial, la estructura productiva y la inserción internacional de la economía española. ■

Referencias

- Bloomberg (2018), *Bloomberg New Energy Finance, Electric Vehicle Outlook*, https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF_EVO_2017_ExecutiveSummary.pdf
- International Energy Agency (2019), *World Energy Outlook, Special Focus on Electricity*, <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019/electricity#abstract>
- International Renewable Energy Agency (2018), *Renewable Energy Prospects for the European Union*, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap_EU_2018.pdf
- Palazuelos, Enrique (2019), *El oligopolio que domina el sistema eléctrico. Consecuencias para la transición energética*, Akal, Madrid.
- Réseau de Transport d'Électricité (RTE) (2017), *Réseaux électriques intelligents-Valeur économique, environnementale et déploiement d'ensemble*, <https://assets.rte-france.com/prodpublic/2020-12/Reseaux%20electriques%20intelligents%202017%20-%20rapport%20complet.pdf>