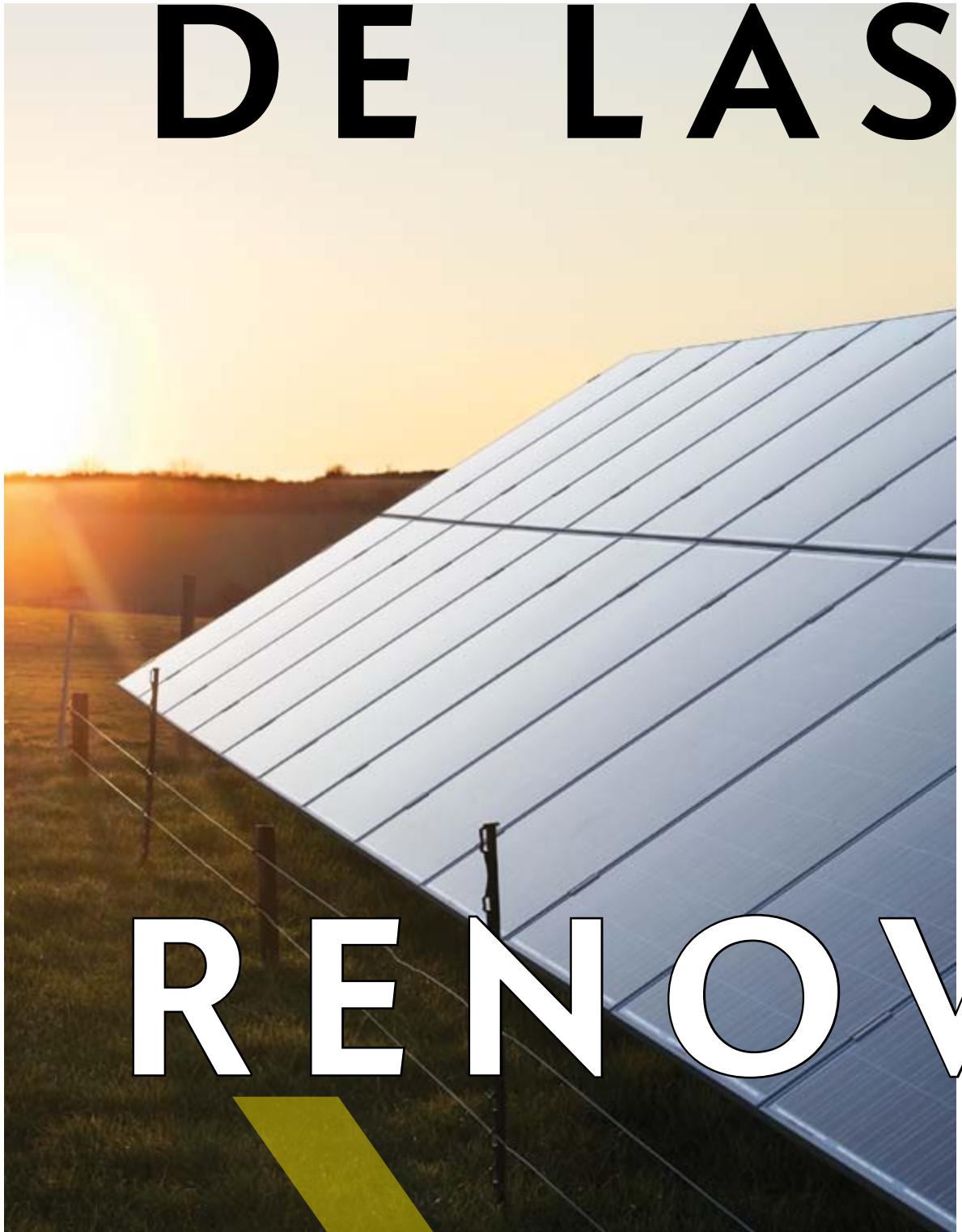


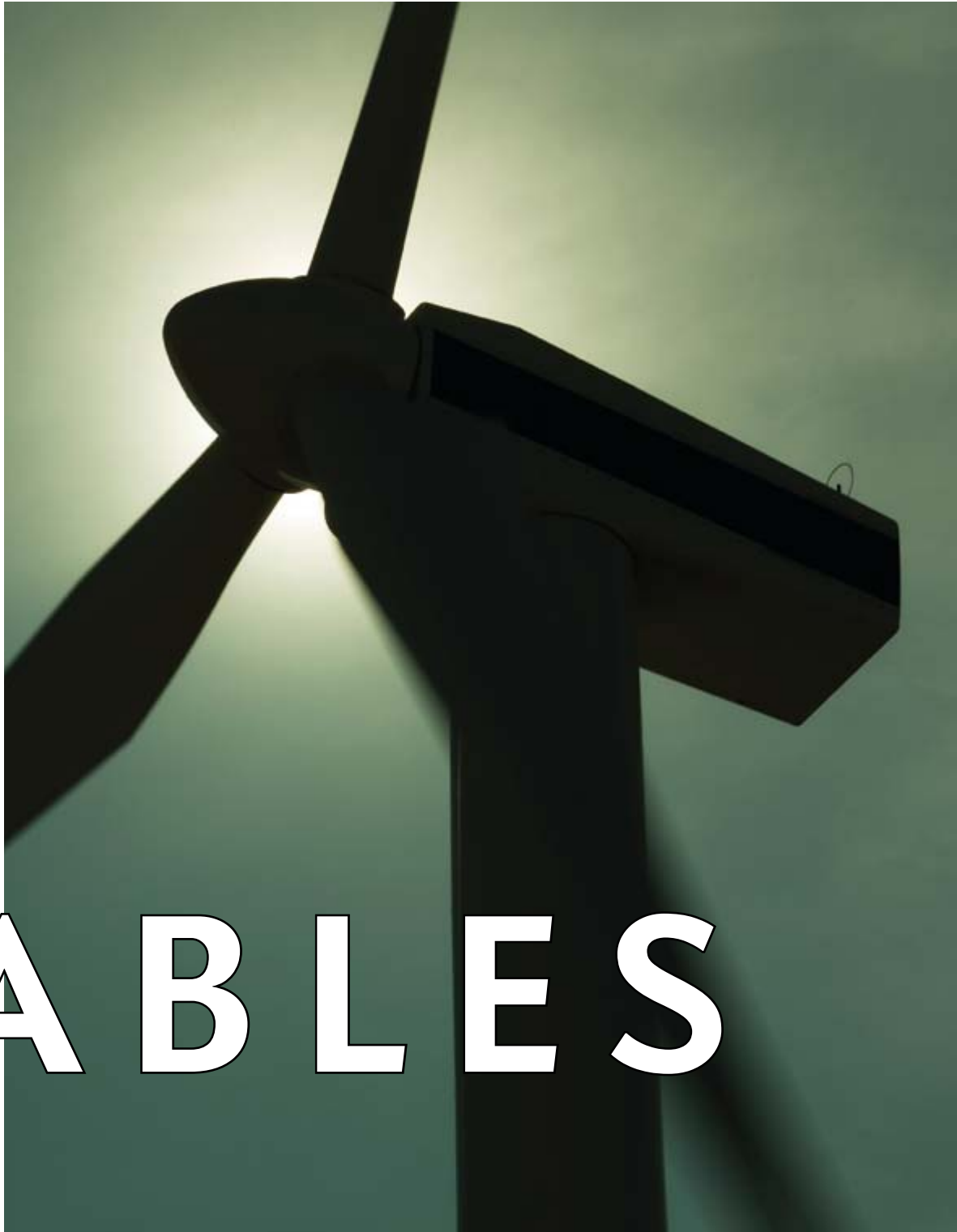
EL LENTO DE LAS



RENOV

No hay ninguna razón para esperar una transición rápida hacia un

ASCENSO



modelo energético basado en alternativas a los combustibles fósiles

Vaclav Smil

Vaclav Smil es profesor emérito de la Universidad de Manitoba y autor de más de treinta libros sobre energía y medioambiente.



LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA PODRÍAN CONQUISTAR EL MUNDO EN UN SOLO ASALTO.

Así pensaba en 1976 Amory Lovins, conocido defensor de las energías alternativas. Para el año 2000, auguraba Lovins, el 33 por ciento de la energía de EE.UU. procedería de una multitud de pequeñas fuentes no pederas y descentralizadas. Decenios más tarde, en julio de 2008, Al Gore proclamaba que refundar el suministro eléctrico de EE.UU. en diez años era «factible, asequible y transformativo». Poco después, Mark Jacobson y Mark Delucchi proponían desde estas páginas un plan para reconvertir el sistema energético mundial en solo dos décadas [véase «Energía sostenible: Objetivo 2030», por M. Jacobson y M. Delucchi; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, enero de 2010].

EN SÍNTESIS

Cada una de las grandes transiciones energéticas mundiales —de la madera al carbón y de este al petróleo— ha necesitado entre 50 y 60 años. Se prevé que la actual mudanza hacia el gas natural también se demore varios decenios.

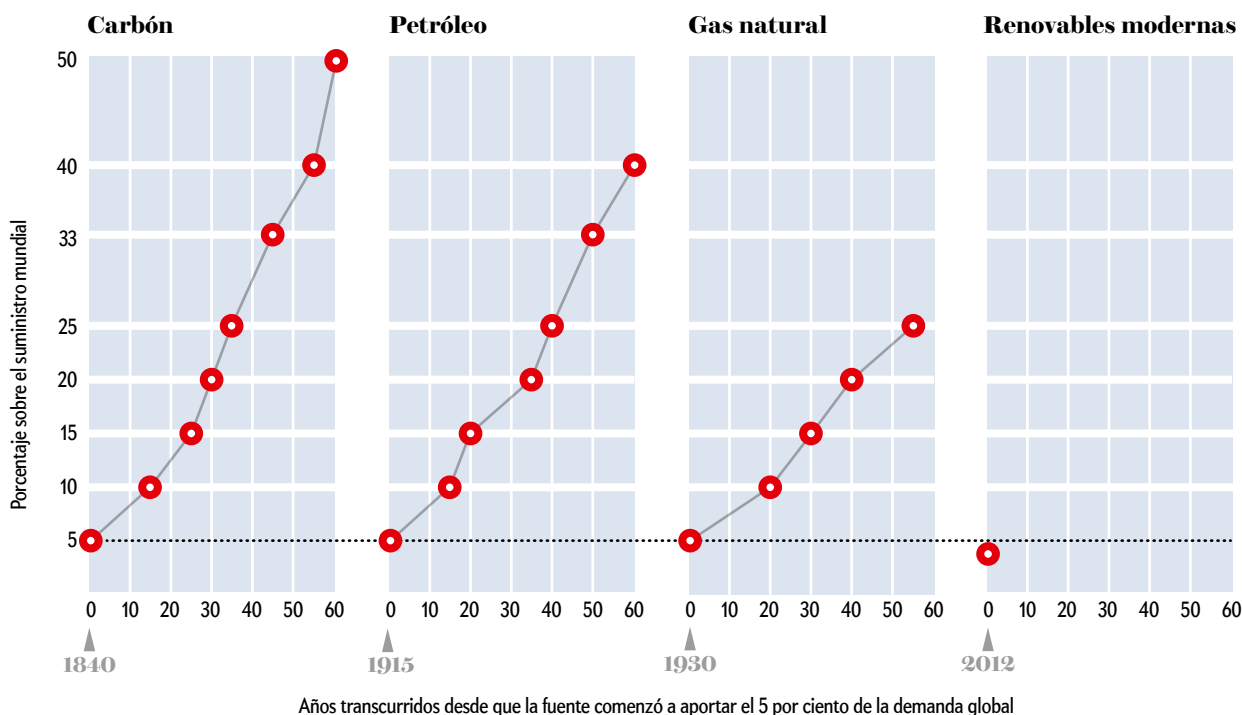
Nada indica que la transición a las renovables vaya a ser más rápida. Las alternativas «antiguas», como la hidroeléctrica, ya no dan más de sí. Y la eólica, la solar o los biocombustibles apenas cubren un porcentaje ínfimo de la demanda.

Con todo, algunas políticas podrían facilitar el cambio. Entre ellas, no subvencionar técnicas cortoplacistas, asegurar que los precios reflejen los costes ambientales y sanitarios, y mejorar la eficiencia energética.

Abrirse hueco en el mercado energético

En los últimos dos siglos, cada fuente energética que ha alcanzado una posición de dominio ha necesitado entre 50 y 60 años para lograrlo. El carbón, que desplazó a la madera, tardó desde 1840 hasta 1900 en pasar del 5 al 50 por ciento del suministro mundial. El petróleo, que aún no ha llegado al

50 por ciento, ascendió a un ritmo casi idéntico. El gas natural, probable sucesor del petróleo, procede aún con mayor lentitud. Hoy, las energías renovables «modernas» (eólica, solar, geotérmica y biocombustibles) apenas dan cuenta de un 3,4 por ciento de la producción mundial.



Pero, entre 1990 y 2012, la fracción de la energía mundial obtenida a partir de combustibles fósiles apenas descendió del 88 al 87 por ciento. En 2011, las renovables contribuían con menos del 10 por ciento al abastecimiento de EE.UU., la mayoría mediante técnicas «viejas», como la hidroeléctrica o la quema de restos madereros. Tras más de 20 años de generosas subvenciones, las nuevas fuentes, como la eólica y la solar, y los biocombustibles modernos, como el etanol de maíz, solo cubren el 3,35 por ciento del suministro energético del país.

Esa lentitud no debería sorprender a nadie. Tanto en EE.UU. como en el resto del mundo, cada vez que un combustible ha sido reemplazado por otro, el proceso ha durado entre 50 y 60 años. Así ocurrió con el paso de la madera al carbón y, más tarde, con el cambio del carbón al petróleo. EE.UU. está atravesando ahora su tercera gran transición energética: la del carbón y el petróleo hacia el gas natural. Entre 2001 y 2012, mientras el consumo de carbón cayó un 20 por ciento y el de crudo un 7 por ciento, el de gas natural creció un 14 por ciento. Pero, aunque el gas natural sea abundante, relativamente limpio y asequible, aún pasarán uno o dos decenios antes de que arrolle al carbón, un combustible que todavía genera más de un tercio de la electricidad de EE.UU.

Las renovables no están despegando más rápido que ninguna otra fuente energética, y no hay razones técnicas ni económicas para creer que vayan a hacerlo. En parte, porque la demanda global de energía no deja de crecer: al gas natural ya le costará

seguir ese ritmo, y las renovables lo tendrán aún más difícil. Puede que en algunos países el cambio suceda a mayor velocidad, pero, desde una perspectiva mundial, la transición a las renovables será lenta; sobre todo, mientras dure la actual mudanza al gas natural. Por supuesto, siempre podrá surgir una técnica rompedora o una política revolucionaria, pero cualquier cambio de modelo llevará largo tiempo.

MADERA, CARBÓN Y PETRÓLEO

La gran esperanza actual en una transición rápida hacia las renovables no es más que producto del voluntarismo y de una interpretación errónea de la historia reciente. Existe la creencia generalizada de que, en el siglo XIX, el consumo energético mundial estuvo dominado por el carbón; en el XX, por el petróleo, y que nuestro siglo pertenecerá a las fuentes alternativas. Las dos primeras impresiones son falsas; la última, discutible.

Aun con el auge de la maquinaria industrial, el siglo XIX no funcionó con carbón, sino con madera, carbón vegetal y residuos de cosecha (en su mayoría, paja de cereales). Estos generaron el 85 por ciento de la energía mundial, estimada en unos 2,4 yottajulios (YJ, 10^{24} julios). El carbón alcanzó el 5 por ciento de toda la energía procedente de combustibles hacia 1840. Pero, en 1900, apenas satisfacía la mitad de la demanda. Pasar del 5 al 50 por ciento le llevó entre 50 y 60 años. Varias estadísticas estadounidenses fiables apuntan a 1885 como el año en que la energía generada por combustibles fósiles (prin-

principalmente carbón, algo de crudo y una pequeña cantidad de gas natural) superó a la procedente de madera y carbón vegetal. Ese vuelco ocurrió en 1875 en Francia y en 1901 en Japón, pero no llegó a la URSS hasta 1930, a China hasta 1965 y a la India hasta finales de los setenta.

Por otro lado, la principal fuente de energía en el siglo xx no fue el petróleo, sino el carbón. Los carbones bituminosos y los lignitos alcanzaron la mayor fracción del consumo mundial de combustibles, con un 55 por ciento durante la década de 1910. El crudo no superó al carbón hasta 1964. Pero, dado que el declive del carbón se vio acompañado de un incremento de la demanda energética global, en términos absolutos fue el carbón, y no el petróleo, el principal combustible del siglo xx. La contribución del primero se calcula en unos 5,3 YJ, frente a los 4 YJ del petróleo. Hasta hoy, solo dos grandes economías han completado la tercera transición de los combustibles fósiles: en la URSS, el consumo de gas natural superó al de crudo en 1984; en el Reino Unido, en 1999.

Para ver lo graduales y prolongadas que resultan las transiciones energéticas, merece la pena representar la evolución temporal de la fracción correspondiente a cada tipo de combustible. Para cada uno de ellos, la curva comienza cuando llega al 5 por ciento del suministro total (*véase el recuadro en la página anterior*). Las tres grandes transiciones que hemos mencionado presentan intrigantes similitudes. El carbón alcanzó el 5 por ciento del mercado global hacia 1840, el 10 por ciento en 1855, el 15 por ciento en 1865, el 20 por ciento en 1870, el 25 por ciento en 1875, el 33 por ciento en 1885, el 40 por ciento en 1895 y el 50 por ciento en 1900. La secuencia de años hasta cada hito fue 15-25-30-35-45-55-60. En cuanto a la transición al petróleo, iniciada en 1915 con una fracción del 5 por ciento, los intervalos fueron prácticamente idénticos.

El gas natural supuso el 5 por ciento del mercado global de combustibles en 1930. Después, alcanzó las mismas cuotas que el carbón y el petróleo en una secuencia de 20-30-40-55 años (aún debe llegar al 33 por ciento del suministro global). Al comparar los datos, vemos que tardó bastante más que los otros dos combustibles en llegar al 25 por ciento: unos 55 años, frente a los 35 del carbón y los 40 del petróleo.

Por supuesto, tres secuencias no bastan para predecir el ritmo de las transiciones futuras. Y si una verdadera revolución técnica lograra una energía nuclear asequible y segura, o si se desarrollasen medios eficientes para almacenar la producción eólica y solar, no cabe duda de que el cambio se precipitaría. Pero no dejan de resultar notorias las similitudes entre las tres transiciones energéticas que hemos vivido en dos siglos, sobre todo si tenemos en cuenta que cada combustible exigió sus propias técnicas de producción, canales de distribución y maquinaria. A escala mundial, la inversión e infraestructura necesarias para que una nueva fuente de energía alcance una fracción considerable del mercado requiere dos o tres generaciones: entre 50 y 75 años.

EL COMPLEJO CAMBIO A LAS RENOVABLES

Hasta ahora, las técnicas de producción alternativas han evolucionado con la misma lentitud. En 2011 supusieron el 9,39 por ciento de la energía generada en EE.UU.: 9,637 exajulios (EJ, 10^{18} julios), sobre un total de 102,7 EJ consumidos. Las fuentes

renovables tradicionales suministraron el 6,01 por ciento: las centrales hidroeléctricas, el 3,25 por ciento; la madera (en su mayoría, residuos de explotaciones madereras), el 2,04 por ciento, y el resto fue de origen geotérmico y biomasa. Las fuentes alternativas «modernas» siguieron siendo insignificantes. Los biocombustibles líquidos aportaron el 2,0 por ciento; la energía eólica, el 1,19 por ciento, y la solar, el 0,16 por ciento. Esos 3,35 puntos porcentuales procedentes de las nuevas fuentes de energía representan una cifra importante. Prácticamente todo el crecimiento futuro en el suministro renovable de EE.UU. tendrá que provenir de ellas, ya que el potencial de crecimiento de las fuentes tradicionales, sobre todo la hidroeléctrica, es muy limitado.

Son varias las razones que dificultan la transición a las renovables. El primero es la escala. En 2012, el consumo mundial

Una transición gradual requerirá reducir el consumo energético. Cuanto más rápido crezca este, tanto más difícil resultará cubrir una fracción considerable

de energía procedente de combustibles fósiles ascendió a unos 450 EJ: veinte veces más que entre 1890 y 1900, cuando el carbón desplazaba a la madera. Solo esa cantidad de energía ya resulta sobrecogedora, sea cual sea la fuente.

Otro factor reside en la naturaleza intermitente de las energías eólica y solar. Las sociedades modernas necesitan un suministro eléctrico fiable e ininterrumpido, con una demanda nocturna cada vez mayor para la climatización y las infraestructuras de las grandes urbes, desde vagones de metro hasta servidores de Internet. En EE.UU., las centrales de carbón y las nucleares se ocupan de suministrar la «carga base» (la parte producida sin interrupción durante las 24 horas). Las centrales hidroeléctricas y las de gas natural, que pueden encenderse y apagarse con rapidez, acostumbran a proveer la energía adicional necesaria para satisfacer los picos de demanda, cortos pero, a ciertas horas, muy superiores a la carga base.

Las energías eólica y solar pueden contribuir a la carga base, pero por sí solas no pueden cubrirla por completo: el viento no siempre sopla y el sol no siempre brilla, por lo que su suministro no es fiable. En países como Alemania, donde las renovables han crecido de manera sustancial, la eólica y la solar pueden sumar todo un abanico de porcentajes: desde una cantidad ínfima hasta casi la mitad de la demanda en las horas en que el viento sopla con fuerza y luce el sol. Pero semejantes fluctuaciones requieren el apoyo de otras centrales, por lo general de carbón o gas, o bien aumentar las importaciones de electricidad, lo cual puede causar graves trastornos en el flujo de electricidad de países vecinos.

Si las compañías eléctricas dispusieran de un procedimiento económico para almacenar los excedentes de energía solar y eólica generados durante los períodos de baja demanda, la expansión de las renovables procedería mucho más rápido. Por

desgracia, tras decenios de desarrollo solo se ha encontrado una buena solución a gran escala: bombear agua hasta un embalse elevado, para luego dejarla fluir y que accione un turbogenerador. Pero no hay muchos emplazamientos que ofrezcan los desniveles ni el espacio necesarios para aplicar la técnica; además, en ocasiones el proceso implica pérdidas netas de energía.

Otra alternativa consistiría en construir un vasto sistema de granjas eólicas y solares en un área muy extensa (del tamaño de un gran país o de medio continente) y conectarlas mediante líneas de transmisión. Una red así maximizaría la posibilidad de que siempre hubiese centrales suministrando energía a la red general. Hoy resulta técnicamente viable fabricar líneas de transmisión mejores y de mayor longitud, pero resultan caras de construir y a menudo deben enfrentarse a una fuerte oposición local. De hecho, la aprobación de nuevas líneas en EE.UU. y Alemania procede con lentitud.

Al final, una adopción masiva de energías renovables exigiría reconfigurar por completo la infraestructura energética. En lo que se refiere a la electricidad, ello supondría pasar de un número relativamente reducido de grandes centrales térmicas e hidráulicas a uno mucho mayor de instalaciones eólicas y solares menores y más distribuidas. Para los combustibles líquidos, se requeriría abandonar la extracción de petróleo, muy energético, en favor de la producción de biocombustibles de menor rendimiento. En numerosos aspectos, la transición a las renovables se muestra más exigente que los cambios anteriores al petróleo y al gas natural.

La principal razón de que las transiciones energéticas se demoren tanto obedece al tremendo coste que implica sustituir una infraestructura gigantesca. Aunque la energía renovable fuera gratis, resultaría impensable que países, empresas y municipios abandonaran las enormes inversiones realizadas en instalaciones para combustibles fósiles: desde minas de carbón, pozos de petróleo, oleoductos y refinerías hasta millones de gasolineras locales. Se estima que el valor de dicha infraestructura en todo el mundo asciende a no menos de 20 billones de dólares. Solo China gastó medio billón de dólares para añadir 300 gigavatios a su capacidad de producción en centrales de carbón entre 2001 y 2010 (más que toda la capacidad generadora de origen fósil de Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España juntas). El país espera que esas centrales presten servicio durante al menos 30 años. Ningún Estado tiraría por la borda una inversión así.

¿QUÉ HACER?

Seamos claros. Abundan las razones de índole ambiental para reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Aparte de las emisiones de gases de efecto invernadero, su quema emite óxidos de azufre y nitrógeno, causantes de lluvia ácida y esmog fotoquímico; hollín, que también contribuye al calentamiento global, y metales pesados perjudiciales para la salud. Además, su uso contamina las aguas y estropea las tierras. Abandonarlos sería sin duda deseable, si bien algunas alternativas conllevan sus propios impactos ambientales.

La verdadera pregunta es cómo conseguir una transición eficaz. Saber que el cambio tardará decenios en llegar permite aclarar unas cuantas opciones. Hasta ahora, la política energética de EE.UU. y del resto del mundo ha sido funesta. En vez de modas cortoplacistas propiciadas por el voluntarismo, necesitamos políticas a largo plazo basadas en expectativas realistas y tomar decisiones que luego no nos pesen, en lugar de compromisos apresurados y mal concebidos.

Una manera de lograrlo pasa por no elegir ningún caballo ganador. Los Gobiernos no pueden predecir qué investigaciones más o menos prometedoras llegarán primero al mercado, por lo que no deberían apostar por supuestos vencedores para después abandonarlos por la siguiente opción de moda (al respecto, baste recordar los reactores reproductores rápidos o los coches de hidrógeno). La mejor estrategia consiste en diversificar la inversión. ¿Quién habría adivinado en 1980 que, durante las tres décadas siguientes, la mayor recompensa no vendría de los reactores nucleares ni de las placas fotovoltaicas, sino de la perforación horizontal y la fracturación hidráulica de los depósitos de esquisto?

Los Gobiernos tampoco deberían conceder grandes subvenciones ni avalar préstamos a empresas que se dedican a subirse al carro de la última moda. Así ocurrió en EE.UU. con Solyndra, un fabricante de sistemas fotovoltaicos que recibió 535 millones de dólares solo para quebrar después. Es cierto que las subvenciones pueden acelerar un cambio incipiente, pero deben estar guiadas por valoraciones realistas y compromisos firmes, no saltar de una gran «solución» a otra.

Al mismo tiempo, el precio de cualquier fuente de energía debería reflejar los costes reales de generación, los cuales comprenden las repercusiones ambientales y sanitarias tanto a corto como a largo plazo. Tales impactos incluyen los gases de efecto invernadero y el hollín emitidos por los combustibles fósiles; la erosión del suelo, las escorrentías de nitrógeno y la merma de agua provocadas por el cultivo de maíz para etanol; así como el coste de una extensa red de alta tensión para enlazar granjas eólicas y solares dispersas. Este ejercicio de realismo puede revelar las ventajas a largo plazo de cada fuente de energía.

El mejor modo de acelerar la transición gradual hacia las energías renovables es reducir el consumo global. Cuanto más rápido crezca la demanda, tanto más difícil será satisfacer una fracción considerable. Algunos estudios recientes han demostrado que no existen problemas técnicos insuperables para reducir el consumo energético en un tercio, ni en los países desarrollados ni en los emergentes, principalmente con medidas de eficiencia energética. Conforme se reduzca la demanda, podrán ir retirándose los combustibles fósiles. Los ciudadanos y los dirigentes de los países ricos deben también aceptar que, durante el último medio siglo, el precio de la energía, por más que haya aumentado, se ha mantenido extraordinariamente bajo en términos históricos. Esos países deberían pagar más para responder de las consecuencias ambientales y sanitarias.

Tanto a una escala nacional como mundial, las transiciones energéticas constituyen procesos lentos. Cambiar los combustibles fósiles por energías renovables no será una excepción: requerirá generaciones de perseverancia.

PARA SABER MÁS

Energy transitions: History, requirements, prospects. Vaclav Smil. Praeger, 2010.
Monthly Energy Review. U.S. energy information administration.
www.eia.gov/mer

EN NUESTRO ARCHIVO

Energía y sostenibilidad. Temas de *JyC* n.º 67, 2012.
Atrapar el viento. Davide Castelvecchi en *JyC*, abril de 2012.
El futuro de la energía solar. Bernd Müller en *JyC*, mayo de 2012.
El futuro de la energía eólica. Gerhard Samulat en *JyC*, junio de 2012.