

SEGUNDO SEMESTRE. 2022

PANORAMA SOCIAL

36

ENERGÍA Y SOCIEDAD: PERSPECTIVAS SOBRE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN TIEMPO DE CRISIS



La crisis energética europea
El debate sobre la transición energética
Decrecimiento vs. ecomodernismo
Innovación y adaptación ante el cambio climático
Geopolítica del hidrógeno
Percepciones sociales sobre la energía nuclear
Pobreza energética

COLABORAN:

Manuel Arias Maldonado, Gonzalo Escribano, Josep Espluga Trenc,
Guillermo García Álvarez, Roberto Gómez-Calvet, Eric Heymann,
Bjorn Lomborg, Albert Presas, Juan Carlos Rodríguez e Ignacio Urbasos

cecabank

Banking for business



www.cecabank.es



SEGUNDO SEMESTRE. 2022

PANORAMA SOCIAL

36

ENERGÍA Y SOCIEDAD:
PERSPECTIVAS SOBRE LA
TRANSICIÓN ENERGÉTICA
EN TIEMPO DE CRISIS





PATRONATO

ISIDRO FAINÉ CASAS (*Presidente*)
JOSÉ MARÍA MÉNDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN (*Vicepresidente*)
FERNANDO CONLLEDO LANTERO (*Secretario*)
ANTÓN JOSEBA ARRIOLA BONETA
MANUEL AZUAGA MORENO
CARLOS EGEA KRAUEL
MIGUEL ÁNGEL ESCOTET ÁLVAREZ
AMADO FRANCO LAHOZ
PEDRO ANTONIO MERINO GARCÍA
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ

PANORAMA SOCIAL

Número 36. Segundo semestre. 2022

CONSEJO DE REDACCIÓN

CARLOS OCAÑA PÉREZ DE TUDELA (*Director*)
ELISA CHULIÁ RODRIGO (*Editora*)
VÍCTOR PÉREZ-DÍAZ
ANTONIO JESÚS ROMERO MORA
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ

PEDIDOS E INFORMACIÓN

Funcas
Caballero de Gracia, 28, 28013 Madrid.
Teléfono: 91 596 54 81
Fax: 91 596 57 96
Correo electrónico: publica@funcas.es

Impreso en España
Edita: Funcas
Caballero de Gracia, 28, 28013 Madrid.

© FUNCAS. Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

ISSN: 1699-6852
Depósito legal: M-23-401-2005
Maquetación: Funcas
Imprime: CECABANK

Las colaboraciones en esta revista reflejan exclusivamente la opinión de sus autores, y en modo alguno son suscritas o rechazadas por Funcas.

Índice

-
- 5 | PRESENTACIÓN
-
- 9 | Transición energética, imaginarios sociales y política democrática
MANUEL ARIAS MALDONADO
-
- 21 | Lo que realmente ayuda contra el calentamiento global
BJORN LOMBERG
-
- 29 | La neutralidad climática: un objetivo muy ambicioso
en un contexto de confusión en los mercados energéticos
ERIC HEYMANN
-
- 33 | ¿Una transición ecológica y nuclear? Reflexiones sobre
los factores subyacentes a las percepciones sociales
de la energía nuclear
JOSEP ESPLUGA TRENC Y ALBERT PRESAS
-
- 47 | Los europeos ante los costes de la transición energética:
¿qué sabemos al respecto?
JUAN CARLOS RODRÍGUEZ
-
- 65 | Se acerca el invierno: claves para entender la pobreza
energética en el contexto de la crisis energética europea
GUILLERMO GARCÍA ÁLVAREZ
-
- 79 | La geopolítica del hidrógeno renovable en España: implicaciones
internacionales y reconfiguración regional
GONZALO ESCRIBANO E IGNACIO URBASOS

93	Intensidad energética de la economía española: pasado, presente y futuro ROBERTO GÓMEZ-CALVET
----	--

Presentación

En los meses finales de 2022 Europa está inmersa en una crisis múltiple. Las medidas contra la pandemia del coronavirus han resultado en una ejecutoria económica muy complicada y llena de nubarrones en el horizonte. En particular, los frenazos a la actividad económica y la interrupción del comercio internacional, y la subsiguiente, y un tanto errática, recuperación de ambos, han contribuido sustancialmente a un alza de los precios de las materias primas y, en especial, de los productos energéticos desde la segunda mitad de 2021. Al alza de precios se ha añadido el mayor desorden de los mercados energéticos debido a la invasión rusa de Ucrania y a las sanciones económicas adoptadas por Estados Unidos y Europa contra Rusia, todo lo cual ha redundado no solo en más alzas de precios, sino también en problemas de abastecimiento.

Estos sucesos se desarrollan en el contexto de una gran estrategia europea, apenas cuestionada, de transición energética o de descarbonización de la economía, planteada como contribución a combatir el cambio climático. Dicha estrategia debería llevar a los países miembros de la Unión Europea a reducir intensamente sus emisiones netas de gases de efecto invernadero en muy pocos lustros. Se trata de una estrategia ambiciosa y muy decidida: ante la tormenta perfecta de crisis arriba esbozada los dirigentes europeos han respondido “aumentando la apuesta”: si hasta hace dos años suscribían el compromiso de reducir aquellas emisiones un 40 por ciento respecto al nivel de 1990, apenas hace dos años elevaron el porcentaje hasta el 55 por ciento.

Sobra decir que, independientemente de la velocidad a la que se lleve a cabo esa transición energética, comportará cambios muy sustantivos en la producción de la energía y en sus usos, y, según piensan algunos, en el propio orden socioeconómico de países desarrollados como los europeos.

En este marco, y en cumplimiento del compromiso de Funcas de proporcionar información y argumentos sobre las cuestiones fundamentales que afronta la sociedad española de cara a sustentar mejor el debate público, este número de PANORAMA SOCIAL está dedicado a la transición energética. Coordinado por Juan Carlos Rodríguez (Analistas Socio-Políticos y Universidad Complutense), incluye ocho artículos que, sin obviar las dimensiones técnica y económica de la temática, enfatizan las dimensiones sociales, culturales, políticas y geopolíticas. Contribuyen a ello especialistas en la materia españoles y extranjeros, procedentes de disciplinas variadas.

La centralidad de la dimensión cultural de la transición energética está claramente presente en el artículo de **Manuel Arias Maldonado** (Universidad de Málaga). Su punto de partida es el siguiente: a pesar del amplio consenso social observable acerca de la necesidad de ir hacia un mundo que confíe menos en las fuentes fósiles para su suministro energético, no hay acuerdo acerca de cómo llevar a cabo esa transición ni, mucho menos, acerca de la configuración del mundo “descarbonizado” de llegada. El intrincado debate se entiende mejor si se analizan dos de los imaginarios sociales que

subyacen a las posiciones básicas en conflicto: el decrecimiento y el ecomodernismo. Ambos aspiran a superar la sociedad industrial, pero el primero rechaza la modernidad que dio lugar a ese tipo de sociedad, mientras que el ecomodernismo propone reformarla sin renunciar a lo fundamental de aquella. El autor discute la viabilidad de ambos planteamientos en las sociedades democráticas actuales, concluyendo que, por ahora, la estrategia del ecomodernismo es mucho más probable en la práctica.

El artículo de **Bjorn Lomborg** (Copenhagen Consensus Center) podría considerarse como muestra de ecomodernismo. A su juicio, en la discusión pública prevalece un notable alarmismo, que contribuye a que el sentimiento predominante sea el de miedo. Sin embargo, los daños previsibles, según las estimaciones de científicos y de organismos oficiales, no justifican tanta alarma ni, por tanto, algunas de las medidas políticas basadas en semejante percepción (entre ellas, las promovidas por la Unión Europea) cuyos costes superarían a los beneficios. Afrontar los problemas derivados del cambio climático requeriría, según el autor, más innovación, más adaptación y más georingeniería, además de niveles más altos de desarrollo económico para mejorar la seguridad climática (cuanto más rico es un país, más recursos puede destinar a combatir los problemas medioambientales).

En el artículo de **Eric Heymann** (Deutsche Bank) se explicitan algunos de los elementos de la dimensión técnica y económica de la transición hacia una economía “climáticamente neutral” que necesariamente acabarán aflorando en la discusión pública sobre la materia, en parte, como resistencias, aunque hasta ahora hayan quedado bastante apagados. En términos técnicos, se trata de saber si el público y los decisores estarán realmente abiertos a soluciones distintas de las preferidas actualmente; es decir, si, a pesar de los extendidos recelos en las opiniones públicas y en las clases políticas, se le otorgará un papel fundamental a la energía nuclear, o a las medidas no tanto, o no solo, de mitigación (reducción de emisiones), como de adaptación a las consecuencias del cambio climático. En todo caso, argumenta el autor, no cabe imaginar una transición energética sin ganadores o perdedores y, seguramente, sin que, al menos un tiempo, sufran considerablemente la prosperidad y el empleo.

Sobre una de las cuestiones respecto a las que Heymann reclama más apertura de miras, la de la energía nuclear, versa el artículo de **Josep Esluga Trenc** (Universitat Autònoma de Barcelona) y **Albert Presas** (Universitat Pompeu Fabra), y lo hace enfocando la atención sobre la opinión pública. A partir de análisis empíricos basados en datos de ocho países representativos, los autores distinguen patrones diferentes en el grado y el tipo del rechazo o de la aceptación de la nuclear en la población, condicionados por factores político-institucionales y socioculturales, que van más allá de la percepción de las ventajas y los riesgos. Sugieren que la solución nuclear será más fácil en países en que la población tenga una mayor confianza en la industria y en las autoridades, lo cual se relaciona, entre otros factores, con la existencia de unas normas claras, la percepción de justicia y búsqueda del interés general en los comportamientos de las elites políticas y la transparencia en la toma de decisiones.

A otra de las resistencias a las que se refiere Heymann atiende el artículo de **Juan Carlos Rodríguez** (Analistas Socio-Políticos y Universidad Complutense). Se trata de las que puede presentar el público, como consumidores o como ciudadanos, a menús de energía eléctrica dominados por las renovables intermitentes (eólica, solar) que no cumplan la extendida promesa de ser más baratos que los anteriores, basados, sobre todo, en las fuentes fósiles y, en algunos casos, en la nuclear. El artículo recuerda que el debate acerca de si los costes de las renovables intermitentes son ya o van a ser pronto más bajos que los de las fuentes fósiles o de la nuclear está lejos de hallarse cerrado. En este contexto, resulta de especial interés escuchar la voz del público. La recogida a través de encuestas internacionales muestra que las conductas medioambientales de los europeos más frecuentes son las que comportan muy pocos costes, sin que, además, se aprecie una tendencia al incremento de estas conductas. Por tanto, las declaraciones de implicación medioambiental intensa no se compadecen con los comportamientos cuando estos pueden medirse. El público se muestra muy favorable a las energías renovables, pero siempre que sean baratas o muy baratas, y manteniendo unas preferencias que resaltan la seguridad del suministro energético, el cuidado por el medio ambiente y el mantenimiento del nivel de vida.

Especialmente interesados en que la transición energética no redunde en una electricidad más cara están los verdaderos “perdedores” de las crisis energéticas caracterizadas por la escasez y, sobre todo, por precios al alza. Son los hogares más vulnerables, los que están en riesgo de pobreza energética, los que centran la atención de **Guillermo García Álvarez** (Vrije Universiteit Amsterdam). Tras señalar la crudeza de las cifras de la crisis energética actual en términos del enorme alza de los precios, no acompañada por el crecimiento de los ingresos y discutir los indicadores subjetivos y objetivos de pobreza energética, se ocupa de las medidas adoptadas en España para paliarla y de su eficacia. Según su análisis, el bono social tuvo efectos mínimos, y las más recientes, de 2021 y 2022, pueden aliviar los efectos del gran aumento de los precios de la electricidad, pero son insostenibles a medio y largo plazo.

La dimensión geopolítica de la transición energética se trata específicamente en el artículo de **Gonzalo Escribano** (UNED y Real Instituto Elcano) e **Ignacio Urbasos** (Real Instituto Elcano) sobre el hidrógeno renovable en España, una fuente de energía a la que atribuyen gran potencial en un mundo mucho más descarbonizado. Considerada en principio una fuente de energía de alcance regional, con usos muy cercanos al lugar de producción, no cabe descartar que se genere un comercio internacional, siquiera europeo. A juicio de los autores, España podría insertarse con éxito en los intercambios europeos de hidrógeno verde, dados sus precios y su gran potencial de energías renovables, incluyendo su competencia tecnológica y su posición cercana a los mercados importadores. Ahora bien, esa posibilidad depende de diversos factores, entre ellos, la capacidad política de articular una gran estrategia nacional de hidrógeno verde en la que participen las comunidades autónomas o las iniciativas de actores no europeos de desarrollar planes ambiciosos de exportación de hidrógeno verde a la Unión Europea.

El artículo de **Roberto Gómez Calvet** (Universidad Europea de Valencia) también se ocupa de las condiciones que tendrían que darse para que la transición energética llegara a buen término y con los menores costes posibles. En este caso, lo hace desde el punto de vista de lo que haya de ocurrir con la intensidad energética de la economía española o, más bien, de los distintos sectores de actividad en España. Con una

dependencia energética del exterior superior al 75 por ciento en 2020, y un recurso a las renovables intermitentes todavía muy lejos de cubrir la demanda final, España afronta retos de gran calado en ramas como las de la industria manufacturera, el transporte y la generación de electricidad; más todavía si se tiene en cuenta que la apuesta por la eólica y la solar habrá de contar cada vez más con el almacenamiento de energía como respaldo, en la medida en que los planes nacionales no prevén que aumente el peso del gas natural y sí que se reduzca el de la nuclear. En todo caso, la reducción de la demanda de energía debería resultar de una mejora de la eficiencia y no de una limitación forzosa de la producción y/o el consumo de bienes y servicios, con el consiguiente perjuicio para el bienestar material de sociedades como la española.

En última instancia, con las contribuciones recogidas en este número de PANORAMA SOCIAL intentamos contribuir a que el debate público español sobre la transición energética sea más realista y tenga en cuenta perspectivas con frecuencia ignoradas, en concreto las relacionadas con las opiniones y los comportamientos de la ciudadanía, a la que afectan crucialmente las decisiones estratégicas en materia de transición energética.

Transición energética, imaginarios sociales y política democrática

MANUEL ARIAS MALDONADO*

RESUMEN

Hay un consenso social creciente acerca de la necesidad de realizar la transición hacia una sociedad descarbonizada; sobre la forma en que esa transición deba llevarse a cabo, en cambio, no hay acuerdo alguno y mucho menos a escala global. En este artículo se describen y evalúan dos imaginarios que definen de manera opuesta la sociedad *posfossilista* del futuro: si el decrecentismo quiere reducir de manera drástica la escala de las comunidades humanas, abandonando el ideal moderno de progreso, el ecomodernismo busca actualizarlo proporcionando energía abundante por medios nuevos y creando sociedades sostenibles que sean también ricas y democráticas.

1. INTRODUCCIÓN

Durante décadas, el debate sobre el cambio climático se ha mantenido en un plano de abstracción que dificultaba la implicación psicológica y anímica de los ciudadanos occidentales. En los últimos años, sin embargo, las cosas parecen haber cambiado: no pasa un verano sin

* Universidad de Málaga (marias@uma.es).

que se anuncien temperaturas récord en distintas regiones del mundo, que, a su vez, se ponen en relación de causalidad con la aparente proliferación de fenómenos naturales extremos tales como inundaciones, sequías e incendios. Y aunque el uso indiscriminado del tremendismo apocalíptico en la esfera pública produce inevitablemente un cierto escepticismo, tan visible es el empeño que ponen actores diversos en sacar réditos políticos de la llamada “emergencia climática”, hay un acuerdo creciente acerca de la necesidad de asegurar la sostenibilidad de las relaciones sionaturales. Para algunos científicos, la tarea es urgente: los cambios sociales y tecnológicos de los próximos años pueden determinar la trayectoria del sistema terrestre a largo plazo (Steffen *et al.*, 2018: 2). Aunque también los hay que advierten de la inevitabilidad del colapso y aconsejan más bien que vayamos reflexionando sobre lo que vamos a hacer al día siguiente.

Se comparta o no ese dramatismo decisivo, resulta evidente que nadie está interesado en vivir en un planeta inhóspito para la especie humana y que la propia índole de nuestro conocimiento acerca de los sistemas naturales demanda una respuesta que no puede ser aplazada por más tiempo; el futuro, en ese sentido, ya ha llegado. Por algo se ha dicho que formamos parte de la primera generación de seres humanos consciente del modo en que la espe-

cie impacta sobre el sistema terrestre (Steffen *et al.*, 2011: 749). Esta reflexividad, identificada por los sociólogos como un rasgo definitorio de la modernidad tardía, habría entonces de permitir que el ser humano “administrase” correctamente el planeta. Se trata de una noción que ha aparecido de manera recurrente, adoptando distintas formas, en la tradición occidental (Passmore, 1974).

Sin embargo, hay una diferencia con el pasado: hoy no se está llamando la atención sobre los riesgos medioambientales locales ni regionales, que, por lo demás, tampoco desaparecen, sino que se alerta contra la desestabilización antropogénica de los sistemas planetarios. Entre ellos, se encuentra el sistema climático, que marca las condiciones de vida en todo el globo y se ha visto alterado por la concentración masiva de CO₂ en la atmósfera producida durante el desarrollo de la industrialización. Pero no es el único impacto significativo de origen antropogénico identificado a lo largo de las últimas décadas. La lista es larga: extinción acelerada de especies, aparición de especies invasoras en hábitats que no les son propios, acidificación de los océanos, destrucción de ecosistemas, multiplicación de residuos, urbanización creciente, aumento de la población humana, creación de infraestructuras, empleo de fertilizantes y demás facilitadores artificiales de la producción alimentaria, alteraciones en el ciclo hídrico. A la suma de estos impactos empíricamente mensurables se le ha dado el nombre de Antropoceno o “época humana”, para designar que el *anthropos* ha pasado a ser un poderoso agente de cambio medioambiental (Ellis, 2018). Para algunos geólogos, este impacto antropogénico sería ya identificable en el registro fósil, de tal manera que habríamos de declarar terminado el Holoceno e iniciado el Antropoceno (Zalasiewicz *et al.*, 2019). Y aunque la Comisión Internacional de Estratigrafía todavía no se ha pronunciado oficialmente al respecto, lo que aquí interesa subrayar es que el cambio en el estado del sistema terrestre no es neutral para la especie humana, que, de manera inconsciente –el matiz es relevante desde el punto de vista moral–, lo habría venido provocando. Frente a la relativa estabilidad del Holoceno, que ha suministrado a la humanidad unas condiciones apropiadas para su florecimiento, el Antropoceno es una incógnita que amenaza con entorpecer la habitabilidad del planeta si las peores

posibilidades que laten en él no son neutralizadas a tiempo.

Ahora bien: no se trata de elegir si viviremos o no en el Antropoceno, sino de influir sobre el tipo de Antropoceno en el que viviremos; más que bueno o malo, el Antropoceno sería ya “ineludible” (Dryzek y Pickering, 2019). Ese es el marco en el que tiene lugar el debate acerca de la transición energética hacia una sociedad descarbonizada, objetivo que hay que entender como parte del esfuerzo por evitar el deterioro del medio ambiente planetario en el que se desenvuelven los seres humanos. Reducir las emisiones globales de CO₂, a fin de mitigar el calentamiento global en curso, es el objetivo de esa transición; se designa con ella, por tanto, el paso de una sociedad cuya provisión de energía se basa en los combustibles fósiles –carbón, petróleo, gas– a otra en la que el protagonismo recae en fuentes de energía alternativas. Todo indica que si no hiciésemos esa transición, el planeta se calentaría aún más; hay científicos que prevén una trayectoria catastrófica del sistema terrestre en caso de inacción humana y hablan de una “Tierra invernadero” (Steffen *et al.*, 2018) que desafiaría severamente a nuestra potente capacidad de adaptación. De ahí que no hacer nada resulte desaconsejable; el riesgo es demasiado alto. Sin embargo, esa premisa no nos indica por sí misma *qué* haya de hacerse exactamente; el modo en que la transición energética deba llevarse a cabo no se encuentra predeterminado, sino que está abierto a la discusión técnica, el debate moral y la controversia política.

2. LAS DIMENSIONES DEL PROBLEMA

Si hubiera una sola manera de reducir el CO₂ que emiten las sociedades humanas, habría poco que discutir. Pero no es el caso: hay distintas posiciones acerca de cómo deba llevarse a cabo esa descarbonización. Además, el conflicto entre las distintas alternativas para la transición energética no puede desvincularse de la verosimilitud de cada una de ellas. Dicho de otra manera: que puedan concebirse distintos medios para lograr el fin de la descarbonización no autoriza a dar por bueno *cualquiera* de esos medios, ni permite tampoco identificar *uno solo* como el único posible. De hecho, hay diferen-

cias sustanciales entre el tipo de sociedad que resulta de las distintas propuestas de transición ecológica: hay quien quiere mantener e incluso aumentar el consumo global de energía, mientras que otros apuestan por reducirlo de manera tajante. Pero una cosa es sostener que la disminución del consumo energético de la especie humana sea el camino *deseable* para la descarbonización y otra bien distinta es presentarlo como el *único* camino posible si se quiere evitar una perturbación climática susceptible de complicar la habitabilidad planetaria. Si hubiéramos de elegir entre extinguirnos o sobrevivir, no existiría dilema alguno; si hay distintas maneras de sobrevivir, en cambio, hay que elegir entre las diferentes alternativas. Por ello, para organizar la discusión y poder discriminar entre los diferentes modelos de transición energética, resulta de utilidad separar las distintas dimensiones del problema.

- (1) La *dimensión moral* se pregunta por la deseabilidad de cada modelo energético y del tipo de sociedad asociada a ellos. Se trata de un interrogante normativo, que remite a la pregunta acerca de cómo se debe vivir. Y lo hace tanto en el plano individual como en el colectivo: nuestra capacidad para elegir cómo queremos vivir como individuos depende, a su vez, de cómo esté organizada la sociedad. Así, una sociedad que consuma poca energía será muy distinta de otra en la que pueda disponerse de una energía abundante; si ambas son posibles, escoger una de ellas es escoger un modo de vida.
- (2) La *dimensión técnica* se refiere a la viabilidad del modelo de provisión de energía que se propone. Este debe ser tecnológicamente verosímil; las cuentas habrán de cuadrar cuando se calculen el consumo estimado y la producción prevista en función de las actividades sociales que se consideran legalmente aceptables. No siendo posible anticipar los desarrollos tecnológicos futuros, la evaluación de los distintos modelos será forzosamente aproximada, aunque sí permitirá descartar las propuestas más descabelladas o menos congruentes.

- (3) La *dimensión política* toma en consideración la viabilidad política de las distintas alternativas, ya que de nada sirve formularlas de manera abstracta sin preocuparse por cómo hayan de ser llevadas a la práctica. Por ejemplo, dado que las emisiones de CO₂ se miden globalmente, de nada serviría que las sociedades occidentales hicieran la transición energética si los países en desarrollo dejasen de hacerla. Por otro lado, las sociedades liberales pueden dejar de serlo si el modelo energético que se aplica en ellas impone restricciones severas a la libertad individual y merma significativamente las oportunidades vitales de sus miembros; de donde se deduce que unos imaginarios energéticos gozarán de mayor apoyo social que los demás.

Quando hablamos de la viabilidad de los sistemas energéticos que habrían de dar forma a una sociedad descarbonizada, es asimismo preciso recordar que establecer fines objetivamente realizables no facilita por sí solo el arbitraje de los medios correspondientes para su consecución. Ahí radica el sentido de la palabra *transición* aplicado al consumo de energía: hay que pasar de una situación a otra de manera ordenada. En algunos casos, la dificultad será política: quien defienda una sociedad de bajo consumo energético lo tendrá más difícil que quien proponga mantener una simple variación sobre el *statu quo*. Imaginemos, por ejemplo, la dificultad que conllevaría la prohibición de los vehículos privados. Pero también la sustitución material –pasar del vehículo de combustión al vehículo eléctrico– presenta dificultades, que son tanto tecnológicas como políticas: así como la innovación tiene sus propias condiciones institucionales y económicas, cabe esperar que los grupos sociales más perjudicados por el tipo de transición energética que se emprenda protesten contra ella y reclamen su ralentización o abaratamiento.

Puede así comprobarse cómo la vieja distinción entre problemas *materiales* y problemas *posmateriales* ha quedado desdibujada; la preocupación por las condiciones ecológicas de las sociedades tardomodernas ha dejado de ser un lujo cultural para convertirse en una necesidad ineludible. No es posible ya separar de manera tajante sociedad y naturaleza, aunque sigamos

haciéndolo en el plano analítico a falta de una mejor alternativa; de ahí que convenga hablar de *relaciones sicionaturales* para designar el modo particular en que las sociedades humanas transforman su medio ambiente para satisfacer sus necesidades.

En suma: hay un conflicto entre distintas interpretaciones acerca del modo en que la transición energética haya de llevarse a cabo. Y, como se ha visto, conviene atender a sus distintas dimensiones –moral, técnica, política– si se quiere evitar cualquier simplificación. A fin de poder arrojar luz sobre este intrincado asunto, sin embargo, dibujaré en lo que sigue los contornos de dos imaginarios sociales contrapuestos; dos tipos ideales que plantean alternativas bien distintas acerca de cómo habrían de concebirse en el futuro próximo las relaciones sionaturales. Tal como se verá enseguida, cada uno de ellos proporciona una respuesta distinta a la perturbación ecológica causada por la modernidad –a la que hemos llamado el Antropoceno– y se vincula de manera opuesta con el ideal de progreso que ha servido de base para su desarrollo. Decrecimiento y ecomodernismo, pues de ellos se trata, definen de manera opuesta lo que haya de entenderse por progreso, emancipación o prosperidad. Estos imaginarios no surgen del vacío: se alimentan de tradiciones de pensamiento reconocibles, típicamente modernas, que responden de distinta manera a los desafíos que plantea la sociedad industrial. En ambos casos se persigue su superación, solo que de distinta forma: el decrecimiento rechaza la modernidad y el ecomodernismo apuesta por enmendarla sin renunciar a sus rasgos definitorios.

3. LA HIPÓTESIS DECRECENTISTA: MENOS ES MÁS

Una de las maneras en que puede reducirse la cantidad de CO₂ que emiten las sociedades humanas consiste en reducir sustancialmente la cantidad de energía que consumen. Tal es la propuesta decrecentista: producir menos y consumir menos. En consecuencia, una comunidad organizada alrededor de los principios del decrecentismo se parecerá muy poco a la sociedad occidental contemporánea.

Si hubiera que elegir un símbolo para la transición energética del decrecentismo, sería la bicicleta; esa bicicleta que es hoy promovida como forma de transporte en los centros urbanos occidentales. En su interesante trabajo sobre la estética de la modernidad fósil, el investigador español Jaime Vindel (2020) remite al pensador Ivan Illich, que en 1973 proponía la bicicleta como contrametáfora de las sociedades postindustriales. Para Vindel, siguiendo a Illich, estamos ante un medio de transporte “cuya fuerza utópica reside en el modo en que invierte el tránsito desde el instrumento a la máquina que había caracterizado el desarrollo industrial”. Porque nunca traspasa un cierto umbral de velocidad, es fácil de utilizar y no requiere de las colosales infraestructuras viales que ha traído consigo la generalización del automóvil privado. Nótese que Illich hace el elogio de la bicicleta mucho antes de que el cambio climático fuese reconocido como un problema global; en aquel tiempo, este sencillo medio de transporte estaba vinculado tanto a las fantasías pastoriles de origen romántico como al proceso de urbanización acometido por la China maoísta. Medio siglo después, sin embargo, la bicicleta se integra en esos “imaginarios posfosilistas” que –siguiendo a Vindel– pueden favorecer “una reorganización de la vida social que desconecte nuestra concepción de la energía de una comprensión productivista del trabajo” (Vindel, 2020: 346). Y ese es justamente el tipo de reorganización social que reclama el decrecentismo.

Este último puede definirse de distintas maneras: como una crítica normativa y empírica del crecimiento económico; como el proyecto para una sociedad radicalmente distinta de la actual; como una nueva orientación cultural. Apoyándose en la crítica francesa del crecimiento y sus imaginarios (Latouche, 2010), así como en el activismo medioambiental y social (Demaria *et al.*, 2013), el decrecimiento propone una reducción equitativa y sostenible de la producción social; o sea, de la cantidad de materiales y de energía que son extraídos, procesados, transportados, distribuidos, consumidos y desechados (Kallis, 2011: 874). Para lograrlo, es preciso reducir el tamaño de las sociedades y de sus economías; la producción, el comercio, el consumo y el transporte deben aminorarse de manera considerable. Resultará de ahí una vida más local y menos móvil, pero también más igualitaria y sostenible, sin dejar por ello de ser democrática (Jackson, 2009). El ima-

ginario decrecentista recuerda poderosamente el tipo de sociedad sostenible defendida por los ecologistas radicales durante los años setenta y ochenta del pasado siglo (De Geus, 1999).

La crítica decrecentista del crecimiento puede adoptar dos formas: este último se describe como *insostenible* a largo plazo o como *indeseable* en todo caso (Paulson *et al.*, 2020). La insostenibilidad del crecimiento suele explicarse como una consecuencia inevitable de su dependencia de recursos finitos; llegará el momento en que los sistemas naturales no puedan seguir alimentando la máquina del crecimiento, que hoy es capitalista y en su momento fue también socialista. Este argumento fue presentado por vez primera –Malthus al margen– con el famoso informe del Club de Roma sobre los límites del crecimiento (Meadows *et al.*, 1972). Para los decrecentistas, el cambio climático viene a reforzar esta idea: el decrecimiento planificado es ineludible si queremos mitigar el calentamiento global y evitar esos *tipping points* (puntos de inflexión) que amenazan con modificar duraderamente el sistema climático (Alexander, 2013). Por otro lado, no obstante, se afirma que el crecimiento económico no es una panacea. Ni fortalece a las comunidades ni hace más felices a los individuos: es un espejismo, la falsa verdad a la que se aferran las sociedades contemporáneas (Douthwaite, 1993). El crecimiento es insatisfactorio e insostenible; el decrecimiento propiciaría formas de vida auténticas y sostenibles.

Salta a la vista que el decrecimiento requiere de un profundo cambio cultural, capaz de hacer atractivas las sencillas formas de vida que “soporta” este tipo de organización social sin por ello hacerlas sentir como constrictivas; a menos que sean impuestas por un gobierno autoritario so pretexto de una emergencia medioambiental. El objetivo es que los individuos adopten una “simplicidad voluntaria” (Alexander, 2013) que les conduzca a un estilo de vida más satisfactorio (Jackson, 2009: 148). Los decrecentistas reformulan los conceptos que la tradición occidental ha solido asociar a una emancipación dependiente de la provisión material de bienes. Sostienen que han de generarse nuevas formas de riqueza: más tiempo libre, mayor creatividad, menor alienación (Princen, 2005). Para los pensadores decrecentistas, no se trata de tener *más* sino de tener *mejor* (Heinberg, 2012). O en la pegadiza fór-

mula de John Barry (2012: 11): “bajo carbono y alta calidad de vida”. El énfasis no recae en el confort material que hace posible el auto-desarrollo libre de la personalidad, sino en el florecimiento humano. Es en el interior de una sociedad que renuncia al crecimiento donde se produce la verdadera emancipación de un ser humano cuya “auténtica” naturaleza reside en un consumo suficiente (Princen, 2005: 140). Va de suyo que una vida liberada de las necesidades artificiales creadas por el capitalismo será una vida más plena (Gambrel y Cafaro, 2010).

El decrecimiento es presentado a menudo como la solución a los desafíos del Antropoceno. En la medida en que formula una respuesta distinta a la pregunta sobre lo que significa vivir bien, el decrecimiento podría operar como “un imaginario social que oriente el nuevo pensamiento político para el Antropoceno” (Reichel y Perey, 2018: 246-247). Solo mediante un decrecimiento económico ecológicamente sostenible que reemplace la habitual depredación capitalista, se arguye, puede responderse a la evidencia de que la existencia humana depende de la integridad de los sistemas naturales (Fremaux, 2019). Y solo con la adopción del decrecimiento como base normativa de nuestras sociedades pueden lograrse los cambios estructurales necesarios para asegurar la sostenibilidad: creación de valor económico al margen del mercado, políticas de redistribución global, transición a las energías renovables. Mientras tanto, iniciativas tales como las llamadas *Transition Towns* mostrarían el camino a seguir para las sociedades democráticas en el Antropoceno: comunidades autosuficientes basadas en la solidaridad local y la autolimitación de sus necesidades materiales (Semal, 2015: 98).

Pero, ¿y si el crecimiento económico indefinido resulta ser sostenible? O lo que es igual: ¿y si es una mala idea justificar la sociedad decrecentista como la única manera de garantizar la sostenibilidad de las comunidades humanas? Algunos pensadores ofrecen un fundamento alternativo para el decrecimiento, prescindiendo de las nociones de escasez e insostenibilidad. Dado que no es posible medir la escasez “natural”, se arguye, afirmar que la sociedad tiene que decrecer a la fuerza equivale a reproducir a la inversa la lógica misma del crecimiento (Kallis, 2019; Romano, 2019). De ahí que el decrecimiento y el tipo de sociedad posfosilista a la que daría lugar deban resultar

deseables en sí mismas y no como el resultado de un cálculo consecuencialista. En lugar de una *imposición* exterior, el decrecimiento tendría que ser una *elección* voluntaria. A tal fin, se emplea el argumento emancipatorio: ningún otro proyecto social puede crear ya un contexto favorable para que el individuo se libere de las falsas necesidades creadas por el capitalismo liberal. De modo que el decrecentismo no sería antimoderno, sino que representa el intento por salvar la agenda moderna (Deriu, 2012). Y no siendo necesario el consumo masivo de energía en una sociedad decrecentista en la que el individuo se realiza en el interior de comunidades locales autosuficientes que se adaptan a su contexto ecológico, la transición energética consistirá en el abandono de las energías fósiles y en el rechazo de la energía nuclear; las energías renovables, a las que se considera respetuosas del medio ambiente, se bastarán por sí mismas para satisfacer las necesidades de una humanidad que habrá renunciado a la abundancia para abrazar la suficiencia.

4. LA ALTERNATIVA ECOMODERNISTA: MÁS ES MEJOR

Hay, sin embargo, otra posibilidad: la que defiende el ecomodernismo. Se trataría de adaptar las sociedades contemporáneas al imperativo ecológico sin renunciar a los logros de la modernidad occidental. La premisa es aquí que la reorganización ineludible de las relaciones sionaturales –que incluye el equilibrio entre actividad humana y sistemas planetarios– puede alcanzarse por medios distintos a los que propone el decrecimiento. Reparar en el poder desestabilizador de la especie humana –momento reflexivo del Antropoceno– conduce en este caso a la conclusión de que una relación sionatural más reflexiva y sofisticada a escala planetaria puede sostenerse *sin* predeterminedar cómo se haya de alcanzar ese objetivo *ni* abrazar los fundamentos normativos o las aspiraciones prácticas del decrecentismo. De hecho, el ecomodernismo rechaza abiertamente que solo el decrecimiento constituya una respuesta efectiva al calentamiento global y demás desequilibrios planetarios (Karlsson, 2013).

Nótese que el ecomodernismo es un eco porque introduce la variable ecológica en un

proyecto moderno que se dedicó a explotar el mundo natural –incluyendo los combustibles fósiles– para incrementar el confort de la especie humana. De manera que el ecomodernismo promete un “buen Antropoceno” en el que “los seres humanos emplean su creciente poder social, económico y tecnológico para mejorar la vida de la gente, estabilizar el clima y proteger el mundo natural” (Asafu-Adjaye *et al.*, 2015). He aquí una visión de la sostenibilidad global en la que el impacto antropogénico sobre el medio ambiente se ve reducido sin necesidad de disminuir el rendimiento de las sociedades humanas ni reducir su escala. Su noción de la transición energética, obviamente, tiene poco que ver con la defendida por el decrecentismo, a pesar de asumir también la conveniencia de abandonar –aunque quizá no tan rápidamente– los combustibles fósiles. Puede así decirse que el ecomodernismo es un “imaginario posfosilista” alternativo al decrecentista y no una simple continuación del industrialismo por otros medios.

Desde un punto de vista genealógico, el ecomodernismo representa la evolución natural de una rama heterodoxa del ecologismo; aquella a la que pertenecen pensadores tan distintos como Lewis (1992), Ausubel (1996), Nordhaus y Shellenberg (2007) o Brand (2009). Todos ellos comparten una visión crítica del ecologismo clásico y radical, así como la convicción de que la sostenibilidad *puede* y *debe* combinarse con el liberalismo político, la innovación tecnológica y el crecimiento económico. Se trata de rasgos asociados a la teoría y las políticas de la “modernización ecológica” que se pone en marcha desde los años ochenta del siglo XX (Mol, Sonnenfeld y Spaargaren, 2009). Pero el ecomodernismo va más lejos, al incorporar un enfoque transformador que reconoce la necesidad de asegurar la sostenibilidad medioambiental y defender que estamos moralmente obligados a limitar la instrumentalización del mundo no humano. En otras palabras, el ecomodernismo presenta una respuesta explícita al Antropoceno y el cambio climático.

Los medios a través de los cuales se propone alcanzar sus objetivos ofrecen un marcado contraste con los que distinguen al decrecimiento. Se trata, en esencia, de intensificar las actividades humanas a fin de hacerlas más eficientes y, con ello, menos dependientes de la explotación de los recursos naturales; algo así como la supresión de las externalidades

ambientales de la actividad social. Su premisa es que la sostenibilidad solo puede alcanzarse una vez que las sociedades humanas han logrado un cierto grado de desarrollo y pueden permitirse el lujo, como si dijéramos, de refinar su modelo de crecimiento. Aunque los ecomodernistas son conscientes de que la modernidad tiene un lado oscuro, creen que ha beneficiado a la humanidad por más que, al mismo tiempo, dañase el mundo natural; imaginan así un futuro de convergencia económica global en el que los habitantes de todas las sociedades humanas puedan disfrutar de los frutos de la modernidad (Karlsson, 2018: 80). En definitiva, el ecomodernismo rechaza la idea de que la modernización constituye un *obstáculo* para el florecimiento humano; por el contrario, lo hace *posible* en la medida en que proporciona a los individuos entornos naturales seguros, estándares crecientes de vida y libertades personales. Se trata de que todas las sociedades del planeta se beneficien de ese progreso, solo que de manera sostenible y respetuosa con el mundo natural.

En consecuencia, el “buen Antropoceno” que postula el ecomodernismo contiene la promesa de un *high-energy planet* con acceso universal a la energía (Karlsson, 2018). Se rechaza una transición que conduzca a un porvenir definido por el reducido consumo de energía; el ingenio humano debe emplearse sin tabúes para suministrar a los seres humanos la energía que ha sido históricamente necesaria para facilitar las transformaciones sociales; con la diferencia de que esta vez será energía limpia. Y aunque las energías renovables cuentan con su apoyo, el ecomodernismo abraza la energía nuclear, el *fracking* e incluso abre la puerta a algunas formas de geoingeniería climática, si bien esta última posición no es ni mucho menos unánime. Para los ecomodernistas, algunas energías renovables resultan problemáticas debido al uso intensivo de tierra que requieren, así como por los daños que causan al paisaje y la biodiversidad; otras, como la desalación del agua del mar, habrían de ser potenciadas. De ahí que resalten la importancia de la innovación tecnológica, fomentada por el poder público, como herramienta para la descarbonización. Pero ya que la mitigación del calentamiento global no es suficiente, el ecomodernismo pone el acento en unas políticas de adaptación que habrían de permitir a la humanidad vivir incluso *mejor* en un planeta cuya temperatura media aumentase (Shellenberger, 2020). En ese mismo

sentido, una provisión abundante y eficiente de energía limpia contribuiría a la erradicación de la pobreza y aumentaría la productividad, facilitando un proceso global de urbanización e industrialización (Bazilian y Pielke, 2013).

Aunque sus detractores suelen caricaturizarlo como una ramificación del proyecto neoliberal cuyo propósito es reproducir el *ethos* megalomaniaco de la modernidad (Fremaux, 2019), el ecomodernismo atribuye un destacado papel al Estado a la hora de dar forma al cambio tecnológico y económico (Symons, 2019: 59). Algunos de sus teóricos lo conciben, de hecho, como una suerte de “socialdemocracia global” (Karlsson, 2018; Symons, 2019). Por discutible que pueda ser la etiqueta, el ecomodernismo defiende una mayor igualdad global y la protección del mundo natural en razón de su valor intrínseco. El matiz es que se trata de que todos seamos más iguales en la riqueza, no en la pobreza, reivindicando la posibilidad del progreso y la idoneidad de los valores ilustrados como medio para realizarlo. Frente a la idea de que el Antropoceno disminuye de manera inevitable las posibilidades humanas, el ecomodernismo afirma la capacidad del ser humano para sortear los límites ecológicos de manera imaginativa. Su posición es opuesta a la del ecologismo clásico, que ha pivotado desde sus comienzos alrededor de la idea de los límites ecológicos a la vida social (Dobson, 2016). De ahí que el imaginario social que propone el ecomodernismo remita a una versión mejorada y refinada de la sociedad liberal contemporánea, una suerte de futurismo logrado que evita los problemas de justicia global asociados al decrecimiento extendiendo universalmente la promesa de un mundo rico y sostenible gracias a la aplicación del ingenio humano.

5. PROGRESO Y ENERGÍA EN LA DEMOCRACIA

La contraposición entre estos dos imaginarios sociales “posfosilistas” plantea interesantes dilemas que las dimensiones antes descritas permiten iluminar. Y es que una cosa es defender cada uno de estos modelos de transición energética sobre la base de su *deseabilidad* y otra bien diferente hacerlo con la vista puesta en su *viabilidad* técnica o su *verosimilitud* polí-

tica. Máxime si, constituyendo el cambio climático un problema genuinamente global, no podemos fijarnos solamente en lo que las sociedades occidentales –una categoría genérica que encierra por lo demás una considerable variedad– estarían dispuestas a hacer; la transición energética solo será efectiva si incluye a los países en desarrollo. ¿De qué serviría que Europa se sacrificase en el altar del decrecimiento si Estados Unidos, la India, China, Nigeria e Indonesia se negasen a hacerlo? Cuando nos preguntamos por qué habrían de negarse, topamos con la cuestión de fondo: la manera en que cada uno de estos imaginarios conceptualiza el ideal moderno de progreso y propone –o no– materializarlo.

Hay que tener en cuenta que hablamos de un ideal cuya materialización se complica inevitablemente en el Antropoceno: los seres humanos se ven enfrentados a obstáculos que ellos mismos han creado en el curso de su desarrollo y, en particular, desde el comienzo del industrialismo. En el curso del mismo proceso por el cual se liberaban de las sujeciones naturales con la ayuda de la ciencia y la tecnología, desestabilizaban sin saberlo los sistemas planetarios y creaban con ello nuevas sujeciones ecológicas que ahora entorpecen la provisión de bienestar material; un bienestar que ha sido tradicionalmente el presupuesto para el despliegue de movimientos y políticas emancipatorias. El sociólogo alemán Ulrich Beck (1986) formuló su teoría de la sociedad del riesgo sobre esta misma base, aunque en ella no encuentran acomodo los problemas que, como el cambio climático, son a la vez sociales y naturales. Sea como fuere, la sensación de triunfo que pudo acompañar el mejoramiento de la vida cotidiana de amplias masas de población se ve ahora reemplazada por una vaga sensación de impotencia: el futuro ha perdido su fuerza utópica y se nos aparece más bien –al menos en las sociedades occidentales– como el escenario de catástrofes desbordantes.

¿Puede sobrevivir a ese contexto histórico el viejo ideal decimonónico del progreso? ¿Puede sustituirse exitosamente un ideal emancipatorio que la modernidad formuló en términos de conquista de la naturaleza y superación de las necesidades materiales cuando el cambio climático y demás fenómenos del Antropoceno parecen imponer límites a la acción humana? No parece sencillo, según puede comprobarse ahora que los

países europeos tratan de hacer compatible el objetivo general de la descarbonización con la provisión de energía a un precio asequible para los ciudadanos. Isabelle Stengers (2015: 58) arguye que la emancipación tiene que desvincularse de la concepción tradicional del progreso que aspiraba a liberar al ser humano de la naturaleza; Déborah Danowski y Eduardo Viveiros de Castro (2017: 117) denuncian el “machismo antropológico” que serviría de base a ese ideal. Desde este punto de vista, las ideologías expansionistas típicas de la modernidad deben ser reemplazadas por imaginarios que apuesten por la contención material; en caso contrario, se corre el peligro de que ninguna clase de emancipación resulte viable y acabemos todos sudando en alguna esquina remota del planeta.

El decrecimiento, aspirante a modelo de salvación para una humanidad aprensiva, tampoco está exento de problemas: morales, técnicos, políticos. Por un lado, el proyecto en su conjunto semeja un salto en el vacío; las condiciones con que se encontraría un mundo sin crecimiento serían muy distintas de aquellas que anticipa la literatura, incluida la posibilidad de que la escasez subsiguiente conduzca a formas autocráticas de gobierno (Crownshaw *et al.*, 2018: 129). Los postulados normativos del decrecentismo son formulados en un “aislamiento autorreferencial” respecto del contexto en que el decrecimiento tendría lugar (Weiss y Cattaneo, 2017; Beeson, 2019: 32). ¿Cómo se financiaría un sistema público de salud en una sociedad decrecentista y de dónde provendría la investigación necesaria para avanzar en la lucha contra las enfermedades? Y esta es solo una de las elementales demandas que cabría esperar de los habitantes de un orden social decrecentista. Culpando de todos los males al capitalismo, los teóricos decrecentistas suelen pasar por alto que hay similares necesidades humanas en cualquier sistema económico (Karlsson, 2018: 78). Tampoco está claro cómo pueden conciliarse los presupuestos del decrecentismo con el desarrollo material de los países pobres o emergentes, que difícilmente aceptarán renunciar al crecimiento económico; de la misma manera, de poco serviría que los países ricos decreciesen si los demás no lo hicieran a la vez.

Más aún, resulta dudoso que la reducción deliberada de los estándares de vida en

las sociedades occidentales pudiera recabar apoyo democrático; pensemos en la revuelta de los “chalecos amarillos” que tuvo lugar en Francia durante el otoño de 2018 tras anunciar el gobierno su intención de subir los impuestos al diésel. Ni es evidente, ya que hablamos de democracia, el modo en que el decrecimiento se relaciona con el pluralismo que distingue a los regímenes liberales. Por más que se haya afirmado que un orden poscrecimiento abundaría en versiones diversas de la buena vida (Barry, 2012: 10), no hay razones que apoyen esa afirmación; por el contrario, la austeridad se presenta como una visión perfeccionista de la buena vida que excluye a las demás (Kanschik, 2016). Y si la austeridad de todos es imprescindible para sostener un orden social decrecentista, ¿de dónde saldría esa presunta diversidad moral? En última instancia, la realización del decrecimiento pasa por alguna de estas opciones: convencer a los ciudadanos de que constituye una alternativa *deseable* a la sociedad existente; presentarse como el camino *inevitable* a la sostenibilidad; tratar de *imponerse* por medios no democráticos invocando su superioridad moral o la posibilidad del descarrilamiento planetario. Si nada de eso sucede, el decrecimiento seguirá siendo un pasatiempo de académicos.

Y es que no parece sencillo que el decrecimiento obtenga apoyo suficiente de la opinión pública en las sociedades democráticas; no digamos en las que no lo son. Al otro lado, el ecomodernismo cuenta con la ventaja de presentarse como una visión utópica que *no* requiere de sacrificios materiales por parte de los ciudadanos ni niega a los países en desarrollo el derecho a tratar de igualar los estándares occidentales. Por eso se lo puede considerar, para bien y para mal, como la genuina utopía del Antropoceno (Arias-Maldonado, 2020). Pero ya hemos visto que hay partidarios del ecomodernismo que lo presentan como una suerte de “socialdemocracia global” (Symons, 2019); también se lo ha juzgado equivalente a una “nueva modernidad” (Latour, 2011). En lugar de renunciar al lenguaje moderno, basado en una emancipación que empieza en las necesidades materiales y culmina en el reconocimiento de derechos constitucionales, el ecomodernismo lo reafirma y promete el bienestar en un planeta sostenible. Su viabilidad técnica no está asegurada por sí misma; de ahí que los críticos le reprochen pasar por alto el principio de precaución y le afean

poner su confianza en la misma lógica acumulativa que ha creado los problemas que distinguen al Antropoceno. Conviene preguntarse, no obstante, dónde está la falta de realismo: si en quien confía en la capacidad de innovación del ser humano o en quien espera que ese mismo ser humano renuncie al bienestar material para vivir en comunidades de pequeña escala en el interior de un mundo desglobalizado.

De momento, las sociedades contemporáneas parecen avanzar en la dirección marcada por el ecomodernismo: no se atisba una renuncia a los principios que definen el capitalismo liberal, pese a que muchos comentaristas se apresuraron a proclamar el fin del mundo tal como lo habíamos venido conociendo durante los primeros meses de la pandemia. No obstante, tampoco el ecomodernismo es abrazado con plena convicción; la energía nuclear sigue siendo rechazada por parte de las opiniones públicas occidentales, obligadas, sin embargo, a reevaluar su papel una vez que los costes de la transición energética –agravados por la guerra de Ucrania y las sanciones al gas ruso– se han hecho visibles. A escala municipal, el decrecimiento se manifiesta en iniciativas vecinales que tratan de orientar el diseño urbano en direcciones amigables: huertos colectivos, jardines verticales, comercios de proximidad. Claro que el ecomodernismo es compatible con este tipo de iniciativas, que también podríamos conceptualizar como propias del “comunitarismo verde” (Arias Maldonado, 2022) y sirven de complemento cívico a la descarbonización del sistema productivo.

Dicho de otra manera, el uso voluntario de la bicicleta puede convivir con el uso de la energía nuclear; mientras no se produzca un desmantelamiento planificado del modelo capitalista, en definitiva, no podremos hablar de decrecimiento. Y aunque la forma que adopte una sociedad posfosilista está por determinarse, resulta improbable que la humanidad decida de manera voluntaria disminuir drásticamente su consumo de energía o acabar con la complejidad que hoy la caracteriza. Ni que decir tiene que un ecoautoritarismo exitoso o un súbito colapso ecológico podrían cambiar las cosas. Pero hasta que eso suceda, si es que sucede, el ecomodernismo reinará en la práctica mientras el decrecimiento florece –puro como una oración– en la teoría.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDER, S. (2013). Voluntary simplicity and the social reconstruction of law: Degrowth from the grassroots up. *Environmental Values*, 22(2), pp. 287-308.
- ARIAS-MALDONADO, M. (2020). Blooming landscapes? The paradox of utopian thinking in the Anthropocene. *Environmental Politics*, 29(6), pp. 1024-1041.
- ARIAS-MALDONADO, M. (2022). Politics in the Anthropocene. En: JULIA ADENEY THOMAS (Ed.), *Altered Earth: Getting the Anthropocene right* (pp. 160-181). Cambridge, Nueva York: Cambridge University Press.
- ASAFU-ADJAYE, J. et al. (2015). An Ecomodernist Manifesto. <http://www.ecomodernism.org/>
- AUSUBEL, J. H. (1996). Can technology spare the earth? *American Scientist*, 84(2), pp. 166-178.
- BARRY, J. (2012). *The politics of actually existing unsustainability*. Nueva York: Oxford University Press.
- BAZILIAN, M. y PIELKE, R. (2013). Making energy access meaningful. *Issues in Science and Technology*, 29(4), pp. 74-78.
- BECK, U. (1986). *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- BEESON, M. (2019). *Environmental populism: The politics of survival in the Anthropocene*. Singapur: Palgrave Macmillan.
- BRAND, S. (2009). *Whole Earth discipline*. Nueva York: Viking Press.
- CROWNSHAW, T. et al. (2019). Over the horizon: Exploring the conditions of a post-growth world. *The Anthropocene Review*, 6(1-2), pp. 117-141.
- DANOWSKI, D. y VIVEIROS DE CASTRO, E. (2017). *The ends of the world*. Cambridge: Polity.
- DE GEUS, M. (1999). *Ecological utopias. Envisioning the sustainable society*. Utrecht: International Books.
- DEMARIA, F., SCHNEIDER, F., SEKULOVA, F. y MARTÍNEZ-ALIER, J. (2013). What is degrowth? From an activist slogan to a social movement. *Environmental Values*, 22, pp. 191-215.
- DERIU, M. (2012). Democracies with a future: Degrowth and the democratic tradition. *Futures*, 44(6), pp. 553-561.
- DOBSON, A. (2016). Are there limits to limits? En T. GABRIELSON et al. (Eds.), *The Oxford handbook of environmental political theory* (pp. 289-303). Oxford: Oxford University Press.
- DOUTHWAITE, R. (1993). *The growth illusion. How economic growth has enriched the few, impoverished the many, and endangered the planet*. Tulsa: Council Oak Books.
- DRYZEK, J. y PICKERING, J. (2019). *The politics of the Anthropocene*. Oxford, Nueva York: Oxford University Press.
- ELLIS, E. C. (2018). *Anthropocene. A very short introduction*. Oxford, Nueva York: Oxford University Press.
- FREMAUX, A. (2019). *After the Anthropocene: Green republicanism in a post-capitalist world*. Cham: Palgrave Macmillan.
- GAMBREL, J. C. y CAFARO, P. (2010). The virtue of simplicity. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 23(1-2), pp. 85-108.
- HEINBERG, R. (2012). *The end of growth. Adapting to our new economic reality*. Forest Row: Clairview.
- JACKSON, T. (2009). *Prosperity without growth. Economics for a finite planet*. Londres, Washington D.C.: Earthscan.
- KALLIS, G. (2011). In defence of degrowth. *Ecological Economics*, 70, pp. 873-880.
- KALLIS, G. (2019). *Limits: Why Malthus was wrong and why environmentalists should care*. Stanford: Stanford University Press.

KANSCHIK, P. (2016). Eco-sufficiency and distributive sufficientarianism – Friends or foes? *Environmental Values*, 25, pp. 553-571.

KARLSSON, R. (2013). Ambivalence, irony and democracy in the Anthropocene. *Futures*, 46, pp. 1-9.

KARLSSON, R. (2018). The high-energy planet. *Global Change, Peace and Security*, 30(1), pp. 77–84.

LATOUCHE, S. (2010). Editorial – degrowth. *Journal of Cleaner Production*, 18, pp. 519-522.

LATOUR, B. (2011). Love your monsters. Why we must care for our technologies as we do our children. *Breakthrough Journal*, 2, pp. 17–25.

LEWIS, M. (1992). *Green delusions. An environmentalist critique of radical environmentalism*. Durham: Duke University Press.

MEADOWS, D. et al. (1972). *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Nueva York: Universe Books.

MOL, A., SONNENFELD, D. y SPAARGAREN, G. (2009). *The ecological modernisation reader*. Londres, Nueva York: Routledge.

NORDHAUS, T. y SHELLENBERGER, M. (2007). *Break through. From the death of environmentalism to the politics of possibility*. Boston: Houghton Mifflin.

PASSMORE, J. (1974). *Man's responsibility for nature: Ecological problems and Western traditions*. Nueva York: Scribner.

PAULSON, S., KALLIS, G., D'ALISA, G. y DEMARIA, F. (2020). *The case for degrowth*. Cambridge, Medford (MA): Polity.

PRINCEN, T. (2005). *The logic of sufficiency*. Cambridge: The MIT Press.

REICHEL, A. y PEREY, R. (2018). Moving beyond growth in the Anthropocene. *The Anthropocene Review*, 5(3), pp. 242-249.

ROMANO, O. (2019). *Towards a society of degrowth*. Oxon, Nueva York: Routledge.

SEMAL, L. (2015). Anthropocene, catastrophism and green political theory. En C. HAMILTON et al. (Eds.), *The Anthropocene and the global environmental crisis* (pp. 87–99). Londres, Nueva York: Routledge.

SHELLENBERGER, M. (2020). *Apocalypse never. Why environmental alarmism hurts us all*. Nueva York: Harper.

STEFFEN, W. et al. (2011). The Anthropocene. From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40(7), pp. 739-761.

STEFFEN, W. et al. (2018). Trajectories in the Earth system in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(33), pp. 8.252-8.259.

STENGERS, I. (2015). *In catastrophic times: Resisting the coming barbarism*. Open Humanities Press y Meson Press.

SYMONS, J. (2019). *Ecomodernism: Technology, politics, and the climate crisis*. Cambridge: Polity Press.

VINDEL, J. (2020). *Estética fósil. Imaginarios de la energía y crisis ecosocial*. Barcelona: Arcadia.

WEISS, M. y CATTANEO, C. (2017). Degrowth – Taking stock and reviewing an emerging academic paradigm. *Ecological Economics*, 137, pp. 220-230.

ZALASIEWICZ, J., WATERS, C., WILLIAMS, M. y SUMMERHAYES, C. (2019). *The Anthropocene as a geological time unit. A guide to the scientific evidence and current debate*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lo que realmente ayuda contra el calentamiento global

BJORN LOMBERG*

RESUMEN**

El debate sobre el cambio climático está cada vez más conformado por una emoción: el miedo. El alarmismo no guarda proporción con la magnitud del problema. Es un problema manejable. Una percepción pública distorsionada está haciendo que descuidemos otros retos, desde las pandemias hasta la escasez de alimentos y los conflictos políticos. Si no lo detenemos, el falso alarmismo acabará empeorando el mundo.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy día, el debate sobre el cambio climático está cada vez más conformado por una emoción: el miedo. Este sentimiento no es sorprendente cuando se estudian los libros sobre el tema, por ejemplo, con títulos como *El planeta inhóspito*, *La catástrofe que viene* o *Así se acaba el mundo*¹. Muchos políticos y activistas

* Director del Copenhagen Consensus Center (<https://www.copenhagenconsensus.com/>).

** Artículo traducido del original inglés por Juan Carlos Rodríguez.

¹ Títulos de libros publicados por David Wallace-Wells, Elizabeth Kolbert y Jeff Nesbit.

nos dicen que “el mundo se acabará en 2030 si no hacemos nada contra el cambio climático”. Esta retórica está surtiendo efecto: según una encuesta de 2019, casi la mitad de la población mundial cree que la humanidad probablemente se extinguirá debido al cambio climático (Smith, 2019).

El alarmismo no guarda proporción con la magnitud del problema. Como ya señalé en mi libro *El ecologista escéptico* de 2001, el calentamiento global es un problema real y causado por el hombre. Desde entonces, los científicos han recopilado datos cada vez más fiables. Sus proyecciones sobre los cambios de temperatura y la subida del nivel del mar han sido notablemente coherentes en los últimos veinte años. Al mismo tiempo, el debate público se ha basado cada vez más en el miedo. La retórica de los comentaristas y de los medios de comunicación es cada vez más radical y parece estar desconectada del conocimiento científico.

Si consideramos sobriamente los resultados de la investigación sobre el clima, una cosa está clara: el calentamiento global es real, pero no es el fin del mundo. Es un problema manejable. Una percepción pública distorsionada está haciendo que descuidemos otros retos, desde las pandemias hasta la escasez de alimentos y los conflictos políticos. Si no lo detenemos, el falso alarmismo acabará empeorando el mundo.

¿Cuál es la magnitud de los daños causados por el calentamiento global? El resultado de tres décadas de economía del clima nos muestra que el coste es moderado. Las investigaciones más fiables muestran que, si no hacemos nada, en 2100 el coste será, aproximadamente, el 3,6 por ciento del producto interior bruto mundial (Nordhaus, 2018). Este valor incluye todas las influencias negativas, desde los daños causados por tormentas más fuertes hasta el exceso de muertes debido a las olas de calor. Según las estimaciones de la ONU, la renta media de la población mundial alcanzará a finales de siglo alrededor del 450 por ciento del nivel actual (Riahi *et al.*, 2017). El coste del 3,6 por ciento significa que, si no hacemos nada contra el cambio climático, nuestra prosperidad a finales de siglo será “solo” del 434 por ciento en lugar del 450 por ciento del nivel actual. Es un problema, pero, obviamente, no es el fin del mundo.

Sin embargo, las tácticas del amedrentamiento llevan a los gobiernos a gastar mucho dinero en medidas ineficaces e ineficientes contra el cambio climático. Y lo que es peor: los costes de las medidas golpean desproporcionadamente a los pobres del mundo, por ejemplo, en forma de mayores costes energéticos. Ya es hora de preguntarse cómo podemos combatir el cambio climático de la manera más eficaz sin embrocarse a la humanidad.

2. UN IMPUESTO CONTRA LOS FALLOS DEL MERCADO

El primer paso para hacer frente al cambio climático es introducir un impuesto sobre las emisiones de CO₂. Un impuesto de este tipo puede reducir en gran medida las emisiones, ayudando a limitar los efectos más perjudiciales del calentamiento global, y a un coste relativamente bajo. Sin un impuesto así, los beneficios de las emisiones recalán en quienes las causan, mientras que los efectos negativos golpean a toda la población. Se trata de un ejemplo típico de fallo del mercado. La mejor manera de remediarlo es poner precio al asunto. La cuestión es: ¿cuál debe ser ese precio?

Quizá la idea más importante de la economía del clima es que un cambio climático excesivo tiene costes considerables, pero tam-

bién los tiene un “exceso” de políticas climáticas. Dado que tenemos que pagar por ambos, hemos de encontrar el nivel adecuado de políticas climáticas para minimizar el coste tanto del cambio climático como de las políticas. Esta es la idea que le valió el Premio Nobel a William Nordhaus, el único economista del clima que lo ha conseguido. Según su modelo, que intenta incluir todos los costes de los próximos 500 años, el cambio climático nos costará probablemente unos 140 billones de dólares si no hacemos nada al respecto. Cuanto más elevado sea el impuesto sobre el CO₂, más se reducirá esta cantidad. Sin embargo, al mismo tiempo, cuanto más alto sea el impuesto, mayor será su coste en términos de pérdida de prosperidad. Equilibrando costes y beneficios resulta que la solución más eficiente sería un impuesto de 36 dólares por tonelada de CO₂ (Nordhaus, 2018: 358). En la vida cotidiana esto significaría que, por ejemplo, un litro de gasolina sería alrededor de 8 céntimos más caro, y que el impuesto aumentaría con el tiempo. Si este impuesto óptimo pudiera coordinarse a escala mundial, las emisiones se reducirían en un 80 por ciento de aquí a 2100, y el aumento de la temperatura global se reduciría de 4,1 a 3,5 °C.

3. LA POLÍTICA CLIMÁTICA DE LA UNIÓN EUROPEA

El enfoque anterior puede aplicarse al entendimiento de la política climática de la Unión Europea. No cabe duda de que quiere ser considerada como el líder mundial de la acción climática². Por eso prometió una reducción absoluta de las emisiones para 2030 mayor que la de cualquier otro país en las negociaciones sobre el clima celebradas en París en 2015³.

² State of the Union: Commission raises climate ambition and proposes 55% cut in emissions by 2030 (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1599).

³ En comparación con 1990, la UE prometió recortar las emisiones desde unas 5,4 Gt de CO₂ equivalentes, incluyendo cambios en el uso de la tierra y silvicultura (European Commission, 2017: 309), a unas 3,3Gt de CO₂ equivalentes, es decir, una reducción del 40 por ciento. En comparación, el segundo recorte mayor correspondería a EE. UU., desde 5,7 Gt en 1990 (ClimateWatch, Historical GHG emissions. <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>) hasta 4,3 Gt, lo que se correspondería con un compromiso del 25 por ciento de reducción. Esto es, una reducción de 2,1Gt en el caso de la UE, y de 1,4Gt en el de EE. UU.

Aunque sería interesante debatir las políticas existentes, quizá resulte más útil hablar de la próxima decisión de aumentar la ambición climática de la Unión Europea (UE). Urgida por la creciente alarma climática y las protestas abandonadas por los jóvenes, la Comisión Europea ha propuesto aumentar aún más la reducción prometida por la UE. Aun cuando los activistas afirman que no es suficiente, la promesa es ciertamente única en el ámbito de la política internacional. Lo que queda por discutir es si es una forma inteligente de ayudar al mundo.

Como ya se ha dicho, tenemos que darnos cuenta de que tenemos que afrontar tanto los costes de los daños del cambio climático como los de una política climática más exigente, ya que obliga a las economías a utilizar fuentes de energía cada vez más costosas y menos fiables. La última revisión del Grupo de Expertos de las Naciones Unidas sobre el Clima de 128 políticas climáticas revela que todas tienen costes reales (Clarke *et al.*, 2014). Estos van desde los costes muy bajos asociados a las políticas menos restrictivas y a los modelos más optimistas, hasta los costes superiores al 14 por ciento del PIB mundial a lo largo del siglo (Clarke *et al.*, 2014: 450). El informe concluye que, en todo el mundo, las políticas climáticas más eficaces para alcanzar el objetivo de los 2 °C de aumento de la temperatura global⁴ reducirían el PIB previsible para 2030 entre el 1 por ciento y el 4 por ciento, y el previsible para 2100 entre el 3 por ciento y el 11 por ciento (Clarke *et al.*, 2014: 449).

La UE ha debatido poco o nada sobre si es sensata su decisión de comprometerse a reducir más las emisiones en 2030, desde un 40 a un 55 por ciento. Si se cumpliera, la UE habría comenzado a reducir más las emisiones en 2021, alcanzaría una reducción adicional máxima en 2030 y aún reduciría las emisiones un poco más en 2049. A lo largo de estas tres décadas, la nueva promesa de la UE reduciría las emisiones en un total de 12.700 millones de toneladas de CO₂ equivalentes. Si se introduce esta cifra en uno de los modelos climáticos estándar de la ONU, implicaría una reducción de la temperatura global a finales de este siglo de unos inconmensurables 0,0057 °C. Dado que la temperatura habrá seguido aumentando,

⁴ Es decir, una concentración de CO₂ de 450 ppm (Fischetti, 2013).

el resultado de la política climática de la UE equivale a posponer el calentamiento global ocho semanas en 2100. La temperatura que el mundo habría alcanzado el 1 de enero de 2100 se alcanzaría el 26 de febrero de ese mismo año.

Además, gran parte de esta reducción de las emisiones es probablemente ficticia, ya que cerca de dos tercios de las emisiones de CO₂ seguirán produciéndose, pero se trasladarán fuera de la UE (Yu y Clora, 2020); esto es, una "fuga" de carbono, lo que significa que la reducción real de la temperatura será de 0,002 °C, posponiendo el calentamiento global en solo tres semanas.

Hay que reconocer que la UE siempre ha hecho estimaciones de los costes de sus políticas climáticas. Lamentablemente, se ha tratado invariablemente de estimaciones significativamente a la baja. Hizo que una consultora estimase su política climática prevista hasta 2020 en el 0,5 por ciento del PIB (Böhringer, Rutherford y Tol, 2009). El Foro de Modelización Energética de Stanford se considera el patrón-oro de la economía del clima porque está revisado por pares y se sirve de muchos de los modelos más importantes del mundo, en lugar de basarse en uno especialmente optimista. Su estudio sobre los objetivos de la UE para 2020 reveló que el coste medio óptimo era del 1,03 por ciento del PIB, pero como la implementación prevista era ineficiente, al no incluir un mercado único del carbono, el coste medio real acabó siendo incluso mayor, del 2,19 por ciento del PIB (Böhringer, Rutherford y Tol, 2009). Por tanto, la UE subestimó el coste unas cuatro veces.

Lo mismo ocurrió con la anterior promesa de la UE del 40 por ciento de reducción en 2030. En 2015, la UE usó un modelo respetado, pero muy optimista, y descubrió que el coste podría ser de alrededor del 0,3 por ciento del PIB (European Commission, 2015: 100)⁵. También se utilizó un modelo de consultoría que incluso mostraba *beneficios* para la UE, aparentemente porque suponía una economía que no funcionaba a toda velocidad y que se beneficiaría de las inversiones adicionales. Por supuesto, esto sería cierto para cualquier otra inversión potencial, desde la sanidad hasta la educación, y, por tanto, no está específicamente asociado

⁵ Basado en GEM E3. El 0,3 por ciento es una media del intervalo de costes del -0,10 al -0,45 por ciento.

a la política climática. Este hallazgo de beneficios tampoco es consistente con los resultados de 128 modelos usados por la ONU, *ninguno* de los cuales muestra beneficios netos. De hecho, en gran parte de sus descripciones, la UE también parece ignorar ese resultado inverosímil.

Pero, una vez más, el Foro de Modelización Energética de Stanford evaluó las políticas climáticas de la UE sirviéndose de seis modelos internacionales. Uno de ellos coincidía con una reducción del 41 por ciento en 2030. Incluyó, entre ellos, el modelo de la UE, el segundo menos costoso, y descubrió que el coste medio era del 0,91 por ciento del PIB, es decir, el triple de la estimación de la UE (Knopf *et al.*, 2013).

Para el renovado compromiso de un 55 por ciento de reducción de emisiones, la UE ha vuelto a utilizar el modelo optimista, estimando un coste adicional del 0,39 por ciento del PIB. También incluye el modelo de la consultora, que arroja de nuevo un pequeño beneficio, y un modelo interno de la UE, que muestra un coste del 0,29 por ciento (European Commission, 2020: 75). Aunque actualmente no hay ninguna estimación académica que aclare la situación, parece probable que el coste real sea nuevamente entre tres y cuatro veces mayor. Por tanto, el coste adicional probable para el año 2030 estará entre los optimistas 80.000 millones de euros de la UE y los más realistas 200.000 millones de euros.

Si asumimos que los costes aumentan a medida que se reducen más las emisiones, la pérdida total en las próximas tres décadas para las economías de la UE por las políticas climáticas adicionales se moverá entre los 1,2 y los 3 billones de euros. A modo de comparación, la UE estimó la pérdida económica de la pandemia de COVID-19 en un 8,3 por ciento en 2020, es decir, 1,4 billones de euros⁶. La Comisión y los Estados miembro también acordaron un fondo de recuperación de 750.000 millones de euros.

Por tanto, es probable que el coste total de la crisis pandémica y del paquete de recuperación sea *menor* que el coste adicional de la reforzada política climática de la UE. Esta polí-

⁶ EU leaders strike 'historic' \$2 trillion deal to rebuild Europe's economy, *CNN*. <https://edition.cnn.com/2020/07/21/economy/eu-stimulus-coronavirus/index.html>

tica hará que cada ciudadano se empobrezca en una cantidad que oscila entre 2.300 y 6.000 euros, contribuyendo a posponer el cambio climático a finales de siglo en una centésima de segundo.

Estimado según nueve perfiles de daños y según los cinco escenarios socioeconómicos de futuro que considera la ONU, el daño medio de una tonelada de CO₂ en 20 años es de 30 euros (Yang *et al.*, 2018)⁷. Esto significa que la UE aportará al mundo un beneficio climático por valor de unos 380.000 millones de euros. Gastar para ello entre 1,2 y 3 billones de euros lo convierte, obviamente, en un mal negocio.

4. LA INNOVACIÓN ES LA CLAVE

Aunque la normativa de la UE promete reducir las emisiones, es probable que la promesa de reducción del 55 por ciento suponga unos costes adicionales muy superiores a sus beneficios adicionales. Del mismo modo, la propuesta general de un impuesto de CO₂ mundial y uniforme de la que se ha hablado anteriormente solo es posible en un mundo mágico. En la práctica, los distintos Estados introducirán sus propios impuestos, o ya lo han hecho. Algunos de estos impuestos son demasiado altos, otros demasiado bajos. Por tanto, es probable que los costes de esta medida sean mayores en la realidad. Sigue siendo correcto que un impuesto moderado sobre el carbono puede ser una buena idea para la reducción de las emisiones, pero la ineficiencia global de unos desiguales impuestos sobre el carbono implica que el impuesto óptimo debería ser *más bajo*. Además, ni un impuesto realista sobre el carbono ni la mayoría de las promesas políticas contribuirán sustancialmente a solucionar el cambio climático. Lo más importante es la innovación.

Desde el siglo XVIII hasta mediados del XIX, el aceite de ballena abastecía de luz al mundo occidental. En su apogeo, la caza de ballenas proporcionaba el sustento a 70.000 personas solo en Estados Unidos y era la quinta industria del país. Sin embargo, aunque sacrificamos innumerables ballenas para tener una fuente de luz buena y segura, no las erradica-

⁷ Al cambio actual, 31 dólares.

mos. ¿Por qué? Porque descubrimos tecnologías alternativas. El petróleo sustituyó al aceite de ballena, y luego fue sustituido por la electricidad.

A lo largo de la historia hemos subestimado repetidamente nuestra capacidad de innovación. Al crear innovaciones y descubrir soluciones tecnológicas baratas, resolvemos grandes retos y creamos beneficios para todos. Tenemos que aplicar este conocimiento al problema del cambio climático. En la actualidad, los combustibles fósiles proporcionan energía barata y fiable, mientras que las tecnologías alternativas son todavía demasiado inmaduras y caras. Deberíamos centrarnos mucho más en descubrir alternativas mejores y más baratas.

La energía solar y la eólica aún no son la respuesta. A pesar del apoyo político y de los billones en subvenciones, solo cubren un poco más del 1 por ciento de las necesidades energéticas mundiales. Para reducir significativamente nuestras emisiones de combustibles fósiles, necesitamos innovación.

En 2009, el Copenhagen Consensus Center, *think tank* que presido, reunió a 40 destacados economistas del medio ambiente y a tres premios Nobel para averiguar qué medidas podrían ser más eficaces para combatir el calentamiento global. Los expertos llegaron a la conclusión de que invertir en la investigación de tecnologías verdes es, con mucho, la mejor manera de actuar (Stokey *et al.*, 2010). Cada euro gastado eficazmente en esta investigación podría ahorrar unos once euros en el coste del cambio climático. Sin embargo, aunque nosotros y otros hemos auspiciado desde entonces más inversiones en este ámbito, apenas han aumentado. De cada cien euros de PIB, los países industrializados gastan menos de tres céntimos en investigación sobre energías verdes (Lomborg, 2020: 172-173); en cambio, aumentan el gasto en subvenciones a las ineficientes energías solar y eólica.

Las inversiones adicionales podrían utilizarse, por ejemplo, para investigar sobre el almacenamiento de energía vinculado a energías eólica y solar más baratas, sobre la energía nuclear o incluso sobre la extracción de CO₂ de la atmósfera. Estas tecnologías ya existen, pero aún son demasiado caras para reducir de forma significativa nuestra dependencia de los com-

bustibles fósiles. Esto podría cambiar si dedicásemos más fondos a la investigación. Todavía podrían desarrollarse otras tecnologías. Intentar predecir la innovación es una tontería; de ahí que, en lugar de concentrar nuestros recursos en unas pocas ideas prometedoras, deberíamos explorar muchos enfoques diferentes.

5. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Sin embargo, incluso con las nuevas tecnologías respetuosas con el clima, la temperatura aumentará. Tenemos que adaptarnos a ello. Afortunadamente, la humanidad tiene un impresionante historial de adaptación a diferentes condiciones climáticas. La gente vive tanto en el frío glacial de Siberia como en el ardiente desierto del Sahel, en la sequedad del desierto de Atacama como en el lluvioso estado indio de Meghalaya. Si la temperatura sube, la gente se adapta, por ejemplo, utilizando más hogares el aire acondicionado o apagando la calefacción. La economía también se adapta. Durante mucho tiempo, los agricultores han cambiado sus cultivos en función del clima.

Ahora bien, no todos los ajustes necesarios son posibles sin el apoyo estatal. En la agricultura, por ejemplo, los ajustes son más fáciles cuando la gente está mejor educada, posee más recursos económicos (y puede permitirse un tractor, por ejemplo) y tiene mejor acceso a la información agrícola.

Una consecuencia del calentamiento global que se cita a menudo es la subida del nivel del mar. Ya sabemos cómo afrontarlo. En los últimos 150 años el nivel del mar ya ha subido unos 30 centímetros. La razón por la que casi nadie lo ha percibido como un cambio significativo es que nos hemos adaptado a él. Las medidas de adaptación implican una inversión que merece la pena: un estudio de 2019 constató que un dólar destinado a la construcción de presas ahorraba una media de 40 dólares en daños, pudiendo llegar, según la técnica utilizada, a 111 dólares (Markanday, Galarraga y Markandya, 2019). Lo mismo ocurre con la protección contra los ciclones.

También hay soluciones sencillas, pero eficaces para las crecientes olas de calor. En las

ciudades, la temperatura suele alcanzar valores más altos que en las zonas rurales, sobre todo, por los materiales de construcción oscuros de las carreteras y los edificios, así como también por la escasez de espacios verdes. En Los Ángeles se ha reducido la temperatura de las aceras en casi 6 °C cubriendo las superficies oscuras de asfalto con una capa gris refrescante⁸.

6. LA GEOINGENIERÍA COMO OPCIÓN ALTERNATIVA

Además de la adaptación, hay otra forma eficaz de limitar los efectos negativos de las emisiones de gases de efecto invernadero: la geoingeniería, es decir, el control consciente de la temperatura global.

En junio de 1991 el volcán Pinatubo entró en erupción en Filipinas. La enorme erupción mató a cientos de personas y desplazó a cientos de miles. Además de la devastación, la erupción también afectó al clima. Emitió tanto dióxido de azufre a la estratosfera que, por un tiempo, llegó a la tierra un 2,5 por ciento menos de luz solar. Esta disminución provocó un descenso de la temperatura en todo el planeta de unos 0,5 °C de media durante los 18 meses siguientes.

A medida que crecía la preocupación por el calentamiento global, los investigadores empezaron a estudiar si ese efecto podía imitarse sin los estragos de una erupción volcánica. En efecto, esto podría lograrse diseminando pequeñas partículas, como el dióxido de azufre, en la capa superior de la atmósfera. Estas partículas reflejarían parte de la luz solar.

Una opción de geoingeniería muy barata y eficaz es el llamado “blanqueo de nubes marinas”. La idea es aumentar la concentración de partículas de sal marina en el aire sobre los océanos, lo que haría que las nubes fueran más blancas y reflejasen más la luz solar.

Mucha gente critica estas ideas y la mayoría de los ecologistas las rechazan con vehemencia. Ese escepticismo es comprensible. El clima

⁸ M. McPhate, California today: a plan to cool down L.A., *New York Times*, 7 de julio de 2017.

es un sistema muy complejo, del que todavía no entendemos gran parte. ¿Quién nos asegura que esos intentos de geoingeniería no provocarían daños imprevistos?

No aconsejo que usemos hoy la geoingeniería. Pero sí merece la pena investigar sobre ese tipo de planteamientos, precisamente porque no sabemos tanto sobre el clima. Quienes defienden reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero suelen señalar la posibilidad de “puntos de inflexión” que, si se alcanzan, harían imposible evitar una catástrofe.

La geoingeniería es el único instrumento conocido que puede reducir las temperaturas de la Tierra en un corto periodo de tiempo. Evidentemente, hay riesgos. Por eso es aún más necesario investigar ahora, para saber si unas u otras tecnologías funcionan. Si nos enfrentamos a una catástrofe, nos alegraremos de tener una opción alternativa.

7. INFRAESTIMAMOS LA SEGURIDAD CLIMÁTICA DERIVADA DEL DESARROLLO ECONÓMICO

Los impuestos sobre el CO₂, las innovaciones, las medidas de adaptación y la geoingeniería constituyen un potente paquete en la lucha contra el cambio climático. Sin embargo, otra medida extraordinariamente eficaz recibe poca atención en el debate público: el desarrollo económico.

La importancia de la prosperidad para las políticas climáticas queda clara cuando consideramos dos países situados en deltas fluviales: los Países Bajos y Bangladesh. Los Países Bajos sufrieron devastadoras inundaciones en 1953. Más de 1.800 personas fallecieron tras la rotura de los diques en varias provincias. En respuesta, el país comenzó a construir un amplio sistema de protección de presas y barreras. Costó un total de 11.000 millones de dólares. Desde aquel año, los Países Bajos solo han registrado una muerte debida a inundaciones. En cambio, los ríos siguen desbordándose regularmente en Bangladesh. En 2019, una inundación expulsó a 200.000 personas de sus hogares y amenazó la seguridad del suministro.

Es evidente que los países ricos pueden dedicar más dinero a protegerse contra el cambio climático que los países pobres. Pero no se trata solo de eso: cuando los Estados se hacen más ricos, también pueden permitirse suprimir las subvenciones a los combustibles fósiles e imponer impuestos a las emisiones. Disponen, además, de recursos para la investigación en tecnologías con menos emisiones y para apoyarlas.

El objetivo de toda medida de política climática es hacer que el mundo sea mejor de lo que sería de otro modo. Se trata de que tanto la gente como el medio ambiente estén mejor. Por eso nos planteamos establecer impuestos sobre el CO₂ y buscamos alternativas verdes a los combustibles fósiles. Pero es inevitable que esas medidas consuman recursos que podrían invertirse en otros modos de conseguir hacer la vida de la gente más sana, más larga y mejor. Si invertimos parte de esos recursos en desarrollo económico y en capital humano, la gente no solo estará mejor en muchos otros aspectos, sino que también podrá permitirse fuentes de energía verde y adaptarse al cambio climático. Además, los países ricos pueden permitirse más fácilmente cuidar del medio ambiente. Los Países Bajos están plantando bosques, mientras que Bangladesh sigue talándolos.

8. A LA BÚSQUEDA DE MEJORES POLÍTICAS CLIMÁTICAS

El debate actual sobre el clima está permeado de un sentimiento de “fin del mundo” que no solo nos hace perder la esperanza, sino que también nos hace entrar en pánico y desviar grandes flujos de recursos a proyectos vanos que no consiguen atajar el cambio climático eficazmente. El compromiso europeo de reducción de emisiones del 55 por ciento para 2030 es una de esas formas ineficientes de gastar billones.

Y el mensaje general es, en su mayor parte, erróneo, asustando a niños y adultos por igual. El cambio climático es un problema en el sentido de que solo nos hará un 434 por ciento más ricos en 2100 que hoy, y no un 450 por ciento.

Claro que debemos seguir abordando el problema del cambio climático, pero también continuar recordando que hay muchos otros problemas, como la pobreza, la falta de atención sanitaria, de alimentos, de educación y de paz, que asimismo exigen nuestra atención. Podemos hacerlo mediante políticas climáticas inteligentes con impuestos sobre el CO₂, innovación verde, adaptación e investigación en geoingeniería. Si gastamos de manera inteligente, también dispondremos de más recursos para asegurarnos de que podemos aumentar la prosperidad en todo el mundo de muchas otras formas, ayudando a los bangladesíes a convertirse en holandeses más acomodados. De este modo, aumentaría su capacidad de afrontar el cambio climático e implementar políticas climáticas inteligentes. Y les ayudaría decisivamente a hacer frente a todos sus otros retos, no solo arreglando el problema del cambio climático, sino arreglando el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

BÖHRINGER, C., RUTHERFORD, T. F. y TOL, R. S. J. (2009). The EU 20/20/2020 targets: an overview of the EMF22 assessment. *Energy Economics*, 31 (suplemento 2), pp. S268-S273.

CLARKE, L. *et al.* (2014). Assessing transformation pathways. En O. ODENHOFER *et al.* (Eds.), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.

EUROPEAN COMMISSION. (2015). Impact assessment accompanying the document “Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low carbon investments”. SWD(2015) 135 final.

EUROPEAN COMMISSION. (2017). Seventh national communication and third biennial report from the European Union under the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (required under the UNFCCC and the Kyoto Protocol). C(2017)8511.

EUROPEAN COMMISSION. (2020). Impact assessment accompanying the document "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Stepping up Europe's climate ambition. Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people". SWD(2020) 176 final.

FISCHETTI, M. (2013). More carbon emissions = less global warming? *Scientific American*. <https://blogs.scientificamerican.com/observations/more-carbon-emissions-less-global-warming>

KNOPF, B. *et al.* (2013). Beyond 2020 – Strategies and costs for transforming the European energy system. *Climate Change Economics*, 4 (Sup. 01). <https://doi.org/10.1142/S2010007813400010>

LOMBORG, B. (2020). *False alarm. How climate change panic costs us trillions, hurts the poor, and fails to fix the planet*. Nueva York: Basic Books.

NORDHAUS, W. (2018). Projections and uncertainties about climate change in an era of minimal climate policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(3), pp. 333-360.

RIAH, K. *et al.* (2017). The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. *Global Environmental Change*, 42, pp. 153-168.

SMITH, M. (2019). International poll: most expect to feel impact of climate change, many think it will make us extinct. *YouGov*. <https://yougov.co.uk/topics/politics/articles-reports/2019/09/15/international-poll-most-expect-feel-impact-climate>

STOKEY, N. L. *et al.* (2010). Expert panel ranking. En B. LOMBORG (Ed.), *Smart solutions to climate change. Comparing costs and benefits* (pp. 381-293). Cambridge: Cambridge University Press.

YANG, P. *et al.* (2018). Social cost of carbon under shared socioeconomic pathways. *Global Environmental Change*, 53, pp. 225-232.

YU, W. y CLORA, F. (2020). Implications of decarbonizing the EU economy on trade flows and carbon leakages. Insights from the European Calculator. *EUCalc Policy Brief*, 7. https://european-calculator.eu/wp-content/uploads/2020/04/EUCalc_PB_no7_Trade.pdf

La neutralidad climática: un objetivo muy ambicioso en un contexto de confusión en los mercados energéticos

ERIC HEYMANN*

RESUMEN**

El artículo pone de relieve varios de los elementos centrales de las dimensiones técnica y económica de la transición hacia una economía “climáticamente neutral” que acabarán aflorando en la discusión pública europea, aunque no lo hayan hecho todavía. En términos técnicos, se trata de saber si el público y los decisores estarán abiertos a soluciones distintas de las hoy preferidas; es decir, si, a pesar de los extendidos recelos, se otorgará un papel fundamental a la energía nuclear o a las medidas de adaptación a las consecuencias del cambio climático. En términos económicos, cuanto menos, habrá que considerar seriamente los costes sistémicos de las renovables intermitentes (eólica y solar fotovoltaica).

La Unión Europea (UE) vive un punto de inflexión histórico en cuanto a la estructura y la seguridad del suministro energético desde el comienzo de la guerra de Rusia contra Ucrania. La UE ha logrado reducir la dependencia de las importaciones de energía de Rusia importando más de otros países y con ahorros masivos de energía. Las recientes turbulencias en los mercados energéticos nos han hecho más conscientes de que no cabe dar por supuesta

la seguridad del suministro energético. Estos últimos meses también hemos visto que los aspectos medioambientales del suministro de energía pueden perder importancia cuando las cosas se ponen difíciles, como, por ejemplo, cuando la seguridad energética está en peligro. En Alemania, sin ir más lejos, se ha recurrido más a la hulla y al lignito para generar electricidad debido a los altos precios del gas natural y a la inminente escasez física de la oferta gasística. En el trasfondo de las fricciones actuales en los mercados energéticos aún se vislumbra, sin embargo, el objetivo a largo plazo de lograr la neutralidad climática para 2050, y, con él, la cuestión de cómo conseguirlo.

El objetivo de neutralidad climática se estableció en el Pacto Verde Europeo de diciembre de 2019, que afirma que la UE se transformará “en una sociedad equitativa y próspera, con una economía moderna y eficiente en el uso de los recursos y competitiva, en la que no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará disociado del uso de los recursos” (Comisión Europea, 2019: 2). La transformación debe diseñarse “sin dejar a nadie atrás”. Eso suena muy bien. A primera vista, uno podría simpatizar con que quienes diseñan las políticas públicas establezcan metas ambiciosas. Ahora bien, no es lo mismo ser “ambicioso” que “realista”. Con respecto al Pacto Verde, parece

* Deutsche Bank AG (eric.heyman@db.com).

• Traducido del original en inglés por Juan Carlos Rodríguez.

extremadamente improbable que la UE sea climáticamente neutral por completo en menos de treinta años si solo confiamos en las tecnologías que están disponibles y son políticamente aceptables hoy. La meta de la neutralidad climática requeriría durante muchos años una ingente reducción en el consumo de energía, factor decisivo en la ecuación. Una transición rápida hacia la neutralidad climática también significaría una depreciación del *stock* de capital de muchos sectores mucho antes de su vida útil habitual. Los próximos años serán decisivos. En un primer paso, la UE intentará resolver los problemas más acuciantes en el mercado energético derivados de la guerra en Ucrania. Sin embargo, también tendremos que ver si, como sociedad, estamos preparados para una discusión democrática integral sobre la neutralidad climática. Tendremos que lidiar con preguntas incómodas y con verdades incómodas. Pero si no tiene lugar esta discusión, la neutralidad climática seguirá siendo un tema de buenos discursos y promesas, evitando decir, y mucho menos hacer, algo que perjudique a alguien.

1. VERDADES INCÓMODAS — PREGUNTAS INCÓMODAS

Afrontemos una verdad incómoda: es probable que la demanda mundial de energía aumente aún más en los próximos años, impulsada principalmente por el crecimiento de la población (la población mundial crece en unos 80 millones de personas cada año) y el deseo de prosperidad. Los combustibles fósiles seguirán siendo la fuente de energía más importante por ahora. Incluso, según el último Escenario de Compromisos Anunciados (APS, según sus siglas en inglés) de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, según sus siglas en inglés), en el que los objetivos políticos “se logran en tiempo y forma, ya sea que se relacionen con el cambio climático, los sistemas energéticos o los compromisos nacionales en otras áreas, tales como el acceso a la energía” (IEA, 2022: 32), la participación de los combustibles fósiles en el suministro mundial de energía todavía supondría el 34 por ciento en 2050 (IEA, 2022: 239). Esto representa una enorme reducción del 80 por ciento de su peso actual. El APS espera que las fuentes de energía renovable tengan una participación del 51 por ciento en la oferta mun-

dial de energía para 2050 (IEA, 2022: 440); los mayores aumentos se esperan en la energía eólica y la solar. Aun así, incluso en un escenario tan optimista, las energías renovables están lejos de constituir el principal pilar del suministro energético mundial.

2. APERTURA A (NUEVAS) TECNOLOGÍAS

Una pregunta importante para los próximos años es la siguiente: ¿hablamos en serio acerca de estar abiertos a diferentes (esto es, nuevas) soluciones tecnológicas? En primer lugar, tendremos que reconocer que todas las fuentes de energía conllevan riesgos específicos y ventajas y desventajas específicas en términos de eficiencia económica, fiabilidad y capacidad, y sostenibilidad climática y ambiental. Estos son los vértices tradicionales del triángulo de la política energética. También está la cuestión de si ciertas tecnologías son aceptables políticamente.

Planteando las cosas en términos económicos, necesitaremos hablar de los costes de unas y otras fuentes de energía. Los combustibles fósiles son muy fiables y potentes, pero sus costes externos aún no están adecuadamente internalizados. Los precios del carbono tendrán que ser significativamente más altos que lo que permite hoy el consenso político, lo que conducirá a un encarecimiento de la energía. En el caso de la energía eólica y la fotovoltaica, los costes directos de la generación de electricidad (que están disminuyendo) son solo una parte del cuadro. A medida que ganen relevancia las fuentes de energías más dependientes del tiempo meteorológico (la solar y la eólica), más necesario será aumentar las inversiones en las redes de distribución y en el almacenamiento de energía. Aumentará la frecuencia de intervenciones costosas en las redes. Además, otros proveedores (por ejemplo, las centrales eléctricas de gas natural) verán disminuir la utilización de su capacidad si se alimenta a la red de más electricidad procedente de parques eólicos y solares. Todos estos costes sistémicos derivados de una mayor dependencia de las energías renovables se pasan por alto a menudo.

La energía nuclear ofrece un buen ejemplo de dificultades de aceptación política. A

pesar de sus problemas de seguridad de suministro energético, países como Alemania todavía se plantean como objetivo el abandono de la energía nuclear, pese a sus bajísimas emisiones específicas de CO₂. En cambio, la energía nuclear sigue siendo un pilar (importante) del sector eléctrico en Francia, Estados Unidos, China y Japón. Estos países también están investigando activamente sobre alternativas de energía nuclear de próxima generación. Que las perspectivas sobre la nuclear sean tan distintas en Alemania y en Francia seguramente sea una de las razones por las que el Pacto Verde no incluye mención alguna a la energía nuclear.

Los sistemas de almacenamiento y uso del CO₂ recuperado de las emisiones de centrales eléctricas con combustibles fósiles son también bastante impopulares en la UE, aun cuando, según la IEA, serán necesarios para la descarbonización (IEA, 2022: 172, 239). El Pacto Verde también respalda las inversiones en esta tecnología, si bien el almacenamiento de CO₂ encuentra una resistencia política considerable en países como Alemania.

Es importante señalar que las afirmaciones anteriores no deben tomarse como apoyo o rechazo a ninguna de las tecnologías consideradas. No obstante, si la gente teme de verdad que grandes extensiones del planeta se vuelvan inhabitables debido al cambio climático y si realmente quiere alcanzar la neutralidad climática, no deberían abominar de las tecnologías que pueden contribuir a lograr ese objetivo, incluso si conllevan ciertos riesgos. Un debate honesto sobre la neutralidad climática debería incluir evaluaciones de riesgo sensatas de las diferentes fuentes de energía, así como de las posibles medidas de adaptación al cambio climático.

máticas se presentan en forma de impuestos y tarifas energéticas más altos, lo que encarece la calefacción y la movilidad. Algunos países han establecido estándares mínimos de eficiencia energética para los edificios o normas similares en otras áreas. Sin embargo, hasta antes de la guerra las políticas climáticas no han determinado nuestras vidas. Decisiones de consumo clave –por ejemplo, si viajamos, cuánto viajamos y qué medios de transporte usamos, si vivimos en una casa grande o en un apartamento pequeño y cómo calentamos nuestros hogares, cuántos dispositivos electrónicos tenemos y con qué intensidad los usamos, o cuánta carne y frutas exóticas comemos– solemos adoptarlas en función de nuestros ingresos, no de consideraciones climáticas.

Si realmente queremos lograr la neutralidad climática, debemos cambiar nuestro comportamiento en todas esas áreas de la vida. Este deber responde simplemente a que aún no existen tecnologías adecuadas en términos de costes que nos permitan mantener nuestro nivel de vida de una manera neutral en carbono. Eso significa que los precios del CO₂ tendrán que subir considerablemente para impulsar a la gente a cambiar su comportamiento. Otra opción (o quizás, una opción complementaria) es la de endurecer considerablemente las normas. Posiblemente tengamos que preguntarnos si, y en qué medida, estamos dispuestos a aceptar más obligaciones normativas para avanzar hacia la neutralidad climática. Piénsese en el siguiente ejemplo. ¿Qué deberíamos hacer si los propietarios no quieren convertir sus casas en edificios de cero emisiones, bien porque no cuenten con los medios para hacerlo, bien porque no sea viable por razones técnicas o porque las inversiones no compensen?

3. PROBABLEMENTE SEAN NECESARIAS NUEVAS OBLIGACIONES LEGALES

Si bien la gente ha reconocido las consecuencias de la guerra de Rusia contra Ucrania y de la consiguiente reducción de las importaciones de energía procedentes de Rusia en el encarecimiento de la energía, el impacto de las políticas climáticas en la vida cotidiana de la ciudadanía ha sido bastante abstracto y, para muchos hogares, llevadero. Las políticas cli-

4. PÉRDIDA DE COMPETITIVIDAD O RESTRICCIONES AL LIBRE COMERCIO

Si la UE camina considerablemente más rápido hacia la neutralidad climática que el resto del mundo, los precios del carbono en la UE también aumentarán más rápidamente, lo cual reducirá la competitividad de las empresas europeas intensivas en energía. ¿Estamos dispuestos a pagar ese precio? ¿O subvencionaremos a esas empresas para que puedan uti-

lizar tecnología más cara, pero respetuosa con el medio ambiente? Esta opción será difícil de implementar a largo plazo debido a las restricciones presupuestarias imaginables a escala nacional y a escala europea. La cuestión es que cada euro gastado en protección climática no estará disponible para gastos relacionados con la educación, la investigación, la salud pública, la infraestructura digital, la seguridad interior y exterior, las bajadas de impuestos o las subidas de pensiones. La Comisión Europea planea introducir un mecanismo de ajuste en frontera por emisiones de carbono para abordar el problema de la competencia con bienes producidos fuera y no sometidos a las mismas cargas. Es muy probable que esto lleve a que los países afectados introduzcan “contramedidas”. De este modo, reduciríamos aún más las ventajas del libre comercio en un mundo de crecientes tensiones geopolíticas.

5. LAS RESISTENCIAS POLÍTICAS QUE LLEGARÁN

Nadie debe quedarse atrás en el camino hacia la neutralidad climática. Esta declaración del Pacto Verde equivale probablemente a la cuadratura del círculo. Los cambios de gran calado en las políticas climáticas producirán, sin embargo, perdedores tanto entre la ciudadanía como entre las empresas. Además, es probable que la prosperidad y el empleo sufran considerablemente. Si no fuera así, la protección del clima sería tarea fácil.

Todo ello, obviamente, tendrá un impacto político tanto a escala nacional como a escala de la UE. Algunos partidos se opondrán a políticas climáticas estrictas si conducen a un encarecimiento significativo de los precios de la energía, o a mayores restricciones de la libertad personal o de los derechos de propiedad. Esos partidos encontrarán el apoyo de segmentos más o menos amplios del electorado. A escala de la UE surgirán grandes conflictos sobre la distribución de los costes de la transición energética, lo que puede contribuir a (más) divisiones dentro del bloque. ¿Estamos preparados para hacer frente a esta polarización? ¿O reajustaremos nuestras ambiciones de política climática si descubrimos que unas políticas climáticas (excesivamente) ambiciosas no resultan aceptables para la mayoría de la gente?

BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN EUROPEA. (2019). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: el Pacto Verde Europeo. COM(2019) 640 final.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). (2022). *World Energy Outlook 2022*. París: IEA.

¿Una transición ecológica y nuclear? Reflexiones sobre los factores subyacentes a las percepciones sociales de la energía nuclear

JOSEP ESPLUGA TRENC* Y ALBERT PRESAS**

RESUMEN

El actual escenario internacional de crisis energética y tendencia a la descarbonización de la economía ha comportado un nuevo protagonismo para la energía nuclear, llegándose a postular como fuente energética para la transición ecológica. Aunque el desarrollo de la energía nuclear suele chocar con las resistencias de un sector relevante de la población europea, se observan diferentes situaciones por países. En este texto se identifican los factores político-institucionales y socioculturales que, más allá de la mera percepción de riesgos y beneficios, contribuyen a explicar la aceptación o el rechazo a la energía nuclear en diferentes países europeos.

cas fundamentales del modelo de desarrollo industrial del siglo XX, los combustibles fósiles, se encuentran ante un serio problema de continuidad por diversos motivos difícilmente reversibles. Por una parte, a causa de haber superado (o estar cerca de hacerlo) su pico de extracción, lo cual se traduce inevitablemente en una menor disponibilidad y/o un mayor coste de extracción. Por otro lado, por las exigencias derivadas de las políticas de mitigación del cambio climático, que requieren una descarbonización de la economía que pasa inevitablemente por el cambio de matriz energética. A estas causas estructurales se les podrían añadir otras coyunturales, como la interrupción de los flujos metabólicos de la economía mundial producida por la pandemia de la COVID-19 o la tensión bélica que impregna la escena mundial en tiempos recientes.

1. INTRODUCCIÓN

Si hay algo claro en el confuso panorama internacional contemporáneo es que nuestras sociedades están abocadas a protagonizar una transición energética en un tiempo relativamente corto. Las fuentes energéti-

Ante esta situación son muchas las voces que advierten de que, para mantener los actuales niveles de consumo y desarrollo, además de promover una ingente red de energías renovables, será preciso contar con el apoyo de otras fuentes energéticas ya disponibles. Y aquí es donde, tras varias décadas en declive, la energía nuclear ha recuperado un inesperado protagonismo, hasta el punto de que la Comisión Europea la ha calificado como energía de transición hacia la economía verde, facilitando así que este sector energético, junto con el del gas natural, pueda beneficiarse de las grandes

* Universitat Autònoma de Barcelona (joseplluis.espluga@uab.cat).

** Universitat Pompeu Fabra (albert.presas@upf.edu).

inversiones públicas y privadas promovidas por el Pacto Verde Europeo. Las bondades, limitaciones y dependencias que comporta este ambicioso programa de inversiones europeo serían objeto de otro debate. Aquí nos centraremos solo en reflexionar sobre qué opciones tiene la energía nuclear para ser aceptada o rechazada en los diferentes contextos sociopolíticos europeos, justo en este momento histórico en el que los sistemas económico y político pretenden virar hacia alguna forma de transición ecológica.

2. LA IMAGEN PÚBLICA DE LA ENERGÍA NUCLEAR

La energía nuclear ha sido desde sus orígenes una tecnología controvertida. Al igual que sucedió con otros desarrollos tecnocientíficos del último siglo, el uso de energía de fisión para generar electricidad ha sido objeto de prolongados e intensos debates y ha tenido una gran capacidad para polarizar la opinión pública. El hecho de que surgiera en un contexto militar, al final de la II Guerra Mundial, supuso un primer marco de interpretación pública de corte apocalíptico, que años después alimentó la articulación de movimientos pacifistas a escala mundial frontalmente contrarios a su desarrollo tecnológico (Lemkow, 1984). Sin embargo, durante la década de los cincuenta del siglo XX, al calor del intenso desarrollo industrial y económico de la posguerra mundial, prevaleció una visión más tecno-optimista, en la que la energía nuclear pasó a formar parte de la frontera del conocimiento y llegó a concebirse como garantía de progreso para un futuro mundo de abundancia (como se llegó a decir, sería una fuente de energía *too cheap to meter*) (Rubio-Varas y De la Torre, 2017; Rubio-Varas, De la Torre y Connors, 2021). Sin embargo, a partir de los años setenta, varios accidentes en reactores contribuyeron a articular una opinión pública contraria a la energía nuclear en muchos países occidentales, esta vez, en un contexto sociopolítico de intensificación de la Guerra Fría. Se suelen citar los incidentes de Three Mile Island (Estados Unidos, 1979) y Chernóbil (URSS, 1986) como los puntos de inflexión en cuanto a la evolución de la opinión pública sobre la energía nuclear, a partir de los cuales muchos países detuvieron o ralentizaron sus programas nucleares. Hay que señalar

que parte de este desistimiento tuvo que ver también con los crecientes costes derivados de las cada vez mayores exigencias de seguridad tras la producción de varios incidentes y accidentes, que recortaron sensiblemente su viabilidad económica y financiera (Lehtonen, 2020; Rubio-Varas, 2022).

Los datos disponibles muestran que las percepciones públicas y las respuestas sociales ante la energía nuclear no son unívocas, sino que presentan muchas diferencias entre unos países y otros. El contexto sociopolítico de cada lugar pesa mucho. Por ejemplo, a raíz del accidente de Fukushima-Daichi (Japón) en marzo de 2011, Alemania se apresuró a poner en marcha su antiguo proyecto de eliminación gradual de la energía nuclear, mientras que el Reino Unido seguiría el camino opuesto, impulsando nuevos proyectos de reactores. Pero, claro está, antes de dicho accidente, Alemania y el Reino Unido ya se caracterizaban por tener unas opiniones públicas muy diferentes sobre la energía nuclear. Tal como muestran los datos de un Eurobarómetro de septiembre-octubre de 2009, ante la pregunta “¿Debería reducirse, mantenerse igual o aumentarse la proporción actual de energía nuclear respecto al conjunto de fuentes de energía?”, optaron por reducirla el 25 por ciento de los británicos y el 52 por ciento de los alemanes, mientras que el 27 por ciento de los primeros y solo el 7 por ciento de los segundos apostaron por aumentarla (TNS Opinion & Social, 2010).

Si atendemos al conjunto de los Estados miembros de la Unión Europea, observamos que, en ese mismo momento, una elevada proporción de ciudadanos europeos expresaba reticencias ante la energía nuclear, con un 34 por ciento a favor de reducir su uso, un 39 por ciento proclive a mantener la situación actual, y solo un 17 por ciento partidario de aumentarlo. Cuando se preguntaba al conjunto de la población europea sobre su percepción del balance de riesgos y beneficios atribuidos a la energía nuclear, un 51 por ciento consideraba que sus riesgos superaban a los beneficios, mientras que solo un 35 por ciento creía lo contrario. Hay que señalar que estos datos son anteriores al accidente de Fukushima. El Eurobarómetro dejó de emitir informes monográficos sobre la energía nuclear desde entonces, aunque siguió manteniendo una pregunta en sus barómetros sobre las actitudes hacia la ciencia y tecnología.

Así, según el Eurobarómetro especial 516, con trabajo de campo en abril-mayo de 2021, un 46 por ciento de la población europea sostiene que la energía nuclear tendrá efectos negativos en nuestra vida durante las próximas dos décadas, mientras que otro 46 por ciento afirma lo

contrario. El resto cree que no tendrá ningún efecto o no contesta (Kantar, 2021). Es decir, en el conjunto de Europa la polarización se mantiene, pero hay que ser conscientes de que las percepciones varían considerablemente entre países desde hace mucho tiempo.

CUADRO 1

PERCEPCIÓN DE LOS RIESGOS Y BENEFICIOS DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EUROPA (2009) (EN PORCENTAJE)

Cuando piensa en la energía nuclear, ¿qué es lo primero que le viene a la cabeza?

	<i>Los riesgos de la energía nuclear como fuente de energía pesan más que sus ventajas</i>	<i>Las ventajas de la energía nuclear como fuente de energía pesan más que los riesgos que supone</i>
Grecia	83	12
Chipre	82	11
Austria	65	24
Luxemburgo	65	23
Dinamarca	63	29
España	61	25
Eslovenia	58	33
Letonia	57	31
Italia	55	27
Francia	53	36
Alemania	52	36
Bélgica	51	41
UE-27	51	35
Portugal	51	18
Holanda	50	40
Polonia	50	38
Estonia	47	41
Finlandia	45	46
Hungría	45	43
Irlanda	44	23
Eslovaquia	43	52
Reino Unido	42	43
Malta	41	27
Suecia	40	52
República Checa	39	59
Lituania	39	46
Rumanía	35	29
Bulgaria	33	46

Fuente: Elaboración propia a partir de TNS Opinion & Social (2010: 41). El enunciado de la pregunta es el utilizado en el cuestionario español.

Volviendo al Eurobarómetro monográfico de 2009, con datos más detallados sobre el asunto, arrojó una amplia gama de perfiles en los 27 países europeos en lo que respecta a las percepciones de riesgos y beneficios de la energía nuclear (cuadro 1). En países como Dinamarca, Austria o Grecia, por ejemplo, dos terceras partes de la población encuestada consideraban que los riesgos de la energía nuclear superaban con creces a los beneficios. En cambio, en cinco países las personas encuestadas consideraron que los beneficios superaban ampliamente a los riesgos: la República Checa, Suecia, Eslovaquia, Bulgaria y Lituania.

Como se puede observar, las percepciones son sensiblemente diferentes de unos países a otros. ¿Qué razones subyacen a la aceptación o al rechazo de la energía nuclear? ¿Cuál es el papel específico de los riesgos y beneficios percibidos? ¿Qué peso tienen estos factores en la formación de la opinión pública? ¿Cómo podemos explicar tal variedad de percepciones?

3. ENTENDER LAS PERCEPCIONES DEL RIESGO TECNOLÓGICO

Nuestra hipótesis es que las disparidades entre las visiones de los diferentes actores se basan en la existencia de diferentes percepciones sobre las posibles consecuencias de las tecnologías nucleares. Aquí es donde entra en juego el concepto de riesgo, que suele conceptualizarse como la posibilidad de que suceda algo negativo por una acción determinada. Dicha posibilidad puede estimarse mediante el cálculo de probabilidades, para lo cual existen metodologías muy sofisticadas, de tal manera que cuantos más y mejores datos tengamos a nuestra disposición, menores serán los márgenes de error y más certezas obtendremos al respecto. Pero el quid de la cuestión se encuentra en la segunda parte de la definición, “que suceda algo negativo”, es decir, en los posibles daños o pérdidas, en las consecuencias de la acción. Cuando hablamos de la percepción pública de un riesgo, no solo nos referimos a la percepción de si un hecho es más o menos probable, sino, sobre todo, a la percepción de diferentes tipos de daños o pérdidas que se puedan producir. Es lo que aquí denominamos las “dimensiones del riesgo” (Espluga *et al.*, 2017; Espluga, Ruschinsky

y Prades, 2018; Espluga *et al.*, 2018), que clasificamos en los siguientes cuatro tipos (aunque el primero se podría desdoblar).

La dimensión de salud y medio ambiente incluye la percepción de efectos positivos y/o negativos relacionados con la salud humana (efectos agudos o crónicos) o con daños o pérdidas ambientales (contaminación del agua, suelo y atmósfera, pérdida de biodiversidad, contribución al cambio climático, etc.). Las preocupaciones sobre la seguridad y otros factores relacionados con el control y la gestión de incidentes o accidentes nucleares también se incluirían aquí.

La dimensión económica se refiere a la percepción de factores relacionados con beneficios y pérdidas económicas. Incluye temas como la creación o destrucción de empleo, en términos potenciales o reales, la promoción de nuevos negocios relacionados con la construcción o gestión de infraestructuras nucleares, potenciales pérdidas económicas debidas a incidentes nucleares, garantías de seguridad del suministro energético, contribución al progreso industrial, recursos económicos necesarios para la puesta en marcha de las plantas nucleares, preocupaciones ciudadanas sobre los precios de la energía, etcétera.

La dimensión sociocultural se basa en la evidencia de que, a pesar de lo que podría esperarse, no siempre hay una relación lineal entre la percepción de los beneficios que genera una actividad o tecnología y la percepción de los riesgos que esta implica. Los aportes del paradigma psicométrico (Slovic, 2000) y de la teoría cultural del riesgo (Douglas y Wildavsky, 1982) aconsejarían diferenciar esta dimensión, en la que se incluyen cuestiones como las amenazas percibidas para las redes sociales locales, las identidades territoriales, los usos de la tierra localmente no deseados, los estilos de vida, las tradiciones culturales, los valores, las ideologías, creencias y visiones compartidas del mundo y la voluntariedad o imposición en la exposición al riesgo, entre otras.

Por último, hay que tener en cuenta la *dimensión político-institucional*. Para comprender las percepciones y respuestas ante un riesgo, es necesario analizar el contexto en las que se dan. Desde esta perspectiva, cuando las personas evalúan un peligro potencial, implíci-

tamente evalúan también las instituciones que lo promueven, lo gestionan y lo regulan. Es decir, emiten juicios sobre la credibilidad o confianza que les merecen (Wynne, 1996; Renn, 2008). Categorías como confianza, credibilidad, percepción de justicia, equidad o cuestiones de gobernanza forman parte de esta dimensión.

Este planteamiento conceptual arroja luz sobre la estructura de las percepciones de los diversos actores sociales ante la energía nuclear. No solo nos permite huir de la distinción simplista entre defensores y detractores, sino también identificar las dimensiones específicas que subyacen al apoyo o rechazo a esta tecnología. De esta manera, podemos llegar a entender las frecuentes ambivalencias relacionadas con la energía nuclear, como cuando, por ejemplo, alguien está de acuerdo en que constituye un beneficio económico y una garantía de suministro, pero al mismo tiempo la considera inaceptable por lo que puede suponer de amenaza a ciertas identidades locales (por posibles desplazamientos de población o por cambios en los modos de vida tradicionales), o por vincularla a usos no deseados del territorio (por concurrencia entre actividades que compiten por el agua, por ejemplo), o por desconfianza en las instituciones que la promueven o gestionan, entre otros factores.

Nuestra propuesta tiene implicaciones claras para la gestión de riesgos y su comunicación al público, así como para la implicación ciudadana en los procesos de transición energética. Si el debate público se basa en preocupaciones sobre seguridad, salud, medio ambiente o cuestiones económicas, la provisión de más y mejor información al público podría servir para exponer argumentos, desmentir prejuicios y generar un debate constructivo en el que llegar a acuerdos. Sin embargo, si se centra en los valores, ideologías o identidades de la población, o en la falta de confianza en las instituciones e industrias, entonces las cosas se vuelven más complejas, pues la mera provisión de información, por muy necesaria y objetiva que sea, difícilmente proporcionará una base suficientemente sólida para lograr acuerdos.

En estos casos, los datos objetivos (sobre las características de la tecnología o sus beneficios y riesgos) no están en el centro del debate. A veces, es la capacidad de las instituciones o las empresas para merecer confianza lo que está en juego. La confianza no se basa solo en aspectos

técnicos (*expertise*), sino que tiene también una dimensión emocional y afectiva que es mucho más difícil de gestionar, especialmente cuando se ha perdido (Gamero *et al.*, 2011). Otras veces, cuando las controversias o conflictos nucleares giran en torno a cuestiones de identidades sociales, valores y creencias, la mera provisión de datos objetivos probablemente también sea infructuosa (aunque tenga que hacerse de todos modos), ya que lo que buscan los actores es un reconocimiento difícilmente cuantificable (reclamando bienes o cualidades tales como autonomía, estatus o dignidad, etc.). En estos casos, la insistencia en proporcionar más información o compensaciones económicas puede incluso llegar a interpretarla el público afectado como un intento de manipulación.

4. LA HISTORIA CUENTA: EL PROYECTO HONEST COMO BASE PARA EL ANÁLISIS

La base empírica de nuestro análisis parte de los informes producidos en el marco del reciente proyecto *History of Nuclear Energy and Society* (HoNESt), que analizó la interacción entre el sector nuclear y la sociedad en veinte países en el periodo 1950-2015¹. Los mencionados informes, basados en un exhaustivo trabajo de búsqueda en archivos y de entrevistas a actores clave en cada uno de los países estudiados, proporcionaron las narrativas históricas de más de seis décadas de desarrollos nucleares, aportando evidencias sobre eventos, actores, argumentos, acciones y comportamientos, así como sobre diversos tipos de acciones comunicativas y de implicación ciudadana llevadas a cabo en cada país.

Para poder manejar y comparar la complejidad del contexto sociohistórico de cada país, hemos distinguido tres grandes fases tem-

¹ En el proyecto HoNESt (financiado por el programa H2020 - Euratom Research and Training, Grant Agreement 662268) se elaboró una serie de narrativas sintéticas de la historia nuclear de veinte países, describiendo el complejo sistema sociotécnico articulado en torno a la energía nuclear, con especial atención a las relaciones con la sociedad y los mecanismos de comunicación e implicación ciudadana. Todos los informes nacionales producidos por los historiadores de HoNESt siguieron una misma estructura para facilitar su comparación. Se pueden encontrar en el sitio web de HONEST (<http://www.honest2020.eu/d36-short-country-reports>).

CUADRO 2

PAÍSES ANALIZADOS

<i>País</i>	<i>Área geográfico-política</i>	<i>Sistema político (durante el desarrollo nuclear)</i>	<i>Aceptación pública</i>
Bulgaria	Europa oriental	Régimen soviético + Democracia	Alta
Finlandia	Escandinavia	Democracia	Alta
Reino Unido	Europa occidental	Democracia	Alta
Alemania	Europa central	Democracia	Baja
España	Europa mediterránea	Dictadura + Democracia	Baja
Suecia	Escandinavia	Democracia	Media
Ucrania	Europa oriental	Régimen soviético + Democracia	Media
Estados Unidos	América del Norte	Democracia	Media

Fuente: Espluga, Medina y Konrad (2018: 12).

porales en la evolución de la energía nuclear, que son las siguientes.

La fase 1, entre 1950 y 1970, estuvo modelada por los acontecimientos de la posguerra mundial y la Guerra Fría, el programa *Atoms for Peace* y la primera fase del desarrollo de los usos civiles de la energía nuclear.

La fase 2, de 1970 a 1990, se caracterizó por las turbulencias económicas derivadas de las crisis del petróleo de los años setenta, y por la creciente generalización de la movilización pública contra las instalaciones nucleares, reforzada a partir del incidente de Three Mile Island (Harrisburg) y del accidente de Chernóbil.

La fase 3, entre 1990 y 2015, se caracterizó por la caída del Telón de Acero y el final de la política de bloques, la globalización económico-financiera de corte neoliberal, la irrupción de Internet, el auge del cambio climático como problema científico y político de primera magnitud, el debate sobre el pico del petróleo y el papel de las renovables en los planes energéticos nacionales, y por el accidente de Fukushima.

De los veinte países incluidos en el proyecto HoNESt, para el presente análisis hemos seleccionado ocho, combinando tres criterios: el área geográfico-política, el tipo de sistema político durante la implantación y el desarrollo de la energía nuclear, y el nivel de aceptación pública

de la energía nuclear. Los países analizados han sido: Alemania (la antigua República Federal para el periodo 1950-1990 y la actual desde 1990 hasta 2015), Bulgaria, España, Finlandia, el Reino Unido, Suecia, Ucrania y Estados Unidos. Excepto estos dos últimos, el resto pertenecen o pertenecían a la Unión Europea. Los ocho países representan buena parte de la diversidad existente en cuanto a las relaciones entre sociedad, contexto político y energía nuclear.

Se ha llevado a cabo un análisis temático comparativo de los informes de cada uno de esos ocho países, con la finalidad de identificar los motivos y argumentos que definen los diferentes episodios de conflicto y consenso, y la de intentar encontrar patrones que permitan caracterizar las relaciones entre sociedad y energía nuclear en el conjunto de países. Aquí presentamos una breve síntesis de los resultados².

5. DIFERENTES PAÍSES, MISMOS RIESGOS Y BENEFICIOS PERCIBIDOS

Una de las primeras cosas que se observa al analizar la evolución de la historia de con-

² Una síntesis de los resultados generales del conjunto del proyecto HoNESt puede consultarse en Kaijser et al. (2021).

flictos y consensos sobre la energía nuclear en los ocho países es que tanto los riesgos como los beneficios percibidos siguen un patrón muy parecido a lo largo del tiempo en todos ellos.

Efectivamente, en todos los casos, las referencias a los riesgos son relativamente escasas durante la primera fase (1950-1970), aumentan en la segunda (1970-1990) y vuelven a disminuir relativamente en la tercera (1990-2015). Los tipos de argumentos que se repiten sobre el riesgo nuclear son muy similares en los diferentes países, tratándose, básicamente, de preocupaciones sobre cómo la radiación ionizante puede afectar a la salud de la población, sobre los mecanismos de seguridad habilitados para prevenir posibles accidentes, sobre los riesgos ambientales (principalmente por contaminación de aguas) y los económicos. Las preocupaciones sobre los riesgos económicos empezaron a crecer en la segunda fase (1970-1990), durante la cual el coste de los proyectos nucleares y las incertidumbres financieras ganaron protagonismo, incrementándose aún más en la tercera fase (1990-2015).

En términos de los beneficios de la energía nuclear, las referencias a la salud y la seguridad estuvieron casi ausentes en la primera fase (1950-1970). Sin embargo, después de la década de 1970, en un esfuerzo por contrarrestar las preocupaciones del público, las autoridades y las compañías eléctricas potenciaron los debates sobre las garantías de seguridad, de modo que estas ganaron presencia. Además, los beneficios para la salud aparecieron vinculados, en un primer momento, a las aplicaciones médicas de ciertos desarrollos nucleares.

En cuanto a la dimensión económica, la percepción de la energía nuclear como económicamente beneficiosa ha sido bastante constante durante décadas, hasta que comenzó a disminuir en la fase más reciente (desde los años noventa), al aumentar la frecuencia de los debates sobre sus costes económicos.

Por otro lado, se observa que las preocupaciones ambientales se vuelven más prominentes con el tiempo, lo cual da pie a la proliferación de argumentos positivos sobre el papel que puede desempeñar la energía nuclear en la lucha contra el cambio climático. De hecho, el cambio más importante en el debate público parece darse en el campo de los beneficios ambienta-

les. Mientras que, en la primera y la segunda fase, estos se conceptualizaban más en términos de ofrecer una alternativa más limpia a las centrales eléctricas de carbón convencionales, o de evitar la construcción de embalses para centrales hidroeléctricas, en la tercera (1990-2015) el debate giró radicalmente hacia los beneficios que supondría para combatir el cambio climático. Probablemente este fuera el principal argumento del “renacimiento” nuclear experimentado por el sector a principios del siglo XXI, hasta que el evento Fukushima-Daichi lo frenó en seco. Sin duda, la actual crisis energética y la voluntad política de descarbonizar la economía ha abierto una nueva ventana de oportunidad a la nuclear como fuente de transición, pero para poder ser aceptada por el público y gestionada por las instituciones políticas hay que tener en cuenta otros factores más allá de los meros riesgos y beneficios económicos, ambientales o para la salud.

6. CONFIANZA, PARTIDISMO Y DEPENDENCIAS

De acuerdo con las teorías interpretativas y contextuales del riesgo (Horlick-Jones y Prades, 2009; Wynne, 1996), no es fácil separar las percepciones sobre los riesgos tecnológicos del contexto socioeconómico y político en el que aquellas se producen. En nuestro análisis hemos identificado tres factores de tipo político-institucional que subyacen a los conflictos sociales relacionados con la energía nuclear y contribuyen a configurar la opinión pública: la (des)confianza en las instituciones, el uso partidista de la energía nuclear y el nivel de dependencia energética del exterior.

Uno de los motivos clave para explicar el rechazo de ciertos sectores sociales a la energía nuclear es el mayor o menor grado de confianza en las instituciones. La desconfianza suele estar relacionada con la percepción de comportamientos incorrectos o poco éticos de ciertas empresas o instituciones, por ejemplo, privilegiando los intereses privados sobre los públicos, ignorando los conflictos de intereses, actuando contra la ley o mediante secretismos. En los informes por países del proyecto HoNESt se encuentran ejemplos muy claros de estos tipos de comportamientos, principalmente de situaciones de colusión poco transparente

entre los reguladores y la industria nuclear, algo común en la mayoría de los países analizados (Kirchhof y Trischler, 2017; Rubio-Varas *et al.*, 2017; Kaijser, 2017).

No obstante, en algunos países, como el Reino Unido (Butler y Bud, 2017) o Finlandia (Michelsen y Harjula, 2017), se observa un nivel de confianza en las instituciones encargadas de gestionar los proyectos nucleares mayor que en el resto. El diseño institucional de la toma de decisiones, en una tradición más abierta a la incorporación de una pluralidad de voces, así como la aceptación de la capacidad técnica (*expertise*) de los promotores de las centrales nucleares, parecen desempeñar un papel importante en la percepción de una mayor transparencia y en la confianza del público.

Otro de los factores potencialmente condicionantes del debate público es la percepción de “juegos” políticos alrededor de la energía nuclear. Se observa que, a veces, la confianza pública se ve socavada por el uso instrumental de la energía nuclear que pueden hacer partidos y/o cargos políticos, por ejemplo, en época de elecciones (como se menciona en el informe alemán; Kirschhof y Trischler, 2017) o cuando se producen cambios de opinión una vez en el gobierno (como se describe en el informe español; Rubio-Varas *et al.*, 2017). La energía nuclear también fue un tema controvertido entre los partidos pro y antieuropeos en algunos países de la Europa del Este. En estos casos, como en Ucrania (Kasperski, 2017) o Bulgaria (Tchalakov y Hristov, 2017), las decisiones sobre energía nuclear parecían menos motivadas por una evaluación riesgo-beneficio que por un propósito instrumental partidista en un momento de transición política muy delicado.

El tercero de los factores de tipo político-institucional es el referido a la percepción de la dependencia energética de otros países. Este factor ha influido fuertemente en la opinión pública y en la toma de decisiones en varios de los países analizados, llevando a ciertos gobiernos a adoptar políticas favorables a la energía nuclear con el fin de garantizar la independencia energética. Las preocupaciones sobre la “dependencia de otros países” parecen ser más relevantes en los países de la Europa del Este y en los antiguos satélites de la URSS (Bulgaria y Ucrania, pero también en Finlandia). Es significativo el caso de Ucrania (Kasperski, 2017), país que en 1986 sufrió el peor accidente nuclear de

la historia (Chernóbil), ante el cual se articuló un amplio movimiento social y político de protesta antinuclear que, en parte, contribuyó a la disolución de la URSS. Ese movimiento llegaría a formar parte del relato nacional ucraniano hacia la independencia política. Sin embargo, una vez alcanzada la independencia, a partir de 1991, la adhesión a la energía nuclear pasó a ser un elemento clave para garantizar la propia existencia del Estado ucraniano, de tal manera que se convirtió en una fuente energética con un amplio apoyo social.

7. IDENTIDADES TERRITORIALES, PRESTIGIO NACIONAL Y CONFLICTOS IDEOLÓGICOS

Finalmente, varios factores socioculturales contribuyen a configurar las percepciones públicas sobre la energía nuclear. En primer lugar, en todos los países hay numerosas evidencias de conflictos territoriales relativos al desarrollo de proyectos nucleares que tienen que ver con la percepción de agravios comparativos entre unas y otras regiones, o de conflictos entre ciertos sectores económicos por los usos del suelo o por recursos naturales como el agua. A este respecto cabe citar, por ejemplo, el problema del emplazamiento de las centrales nucleares o de las infraestructuras para almacenar temporalmente los residuos de manera segura (a día de hoy, ningún país ha conseguido resolver el almacenamiento definitivo)³.

³ Los residuos radiactivos de alta actividad plantean un extraordinario problema de gobernanza a causa de la elevada incertidumbre científica sobre su comportamiento y la necesidad de gestionarlos con seguridad a muy largo plazo (siglos). Hoy, todos los países con plantas nucleares están intentando solucionar ese problema, pero con poca coordinación internacional. Algunos, como Finlandia y Suecia, han planificado almacenamientos geológicos profundos para los próximos años. Otros, la mayoría, siguen sin un plan definido o han pospuesto la decisión hasta el próximo siglo. En España, de momento, esos residuos se almacenan en las propias centrales nucleares (en piscinas o en almacenes temporales individualizados). Un intento de crear un almacén temporal centralizado (ATC) para guardar esos residuos de manera segura en superficie por sesenta años resultó fallido a causa de agrias disputas políticas y territoriales. El borrador del VII Plan Nacional de Residuos Radioactivos, todavía en fase de aprobación, sustituye aquella idea por varios almacenes temporales individuales (ATI) emplazados en los mismos recintos que las centrales, pero sigue tratándose de una solución temporal, con la esperanza de que más adelante se encuentren mejores soluciones.

Se trata de percepciones de una distribución territorialmente injusta de riesgos y beneficios, mediante la cual a ciertas áreas rurales se les imponen infraestructuras que condicionan o imposibilitan su desarrollo endógeno, quedando al servicio de las necesidades de las grandes áreas metropolitanas. Es decir, se trata de procesos percibidos como extractivos, en los que unos territorios se perciben como sacrificados en favor de otros que se llevarían los beneficios. El hecho de que los primeros suelen ser zonas rurales o aisladas realimenta las tensiones entre el desarrollo rural y el urbano. Son ilustrativos al respecto los casos de Alemania (Kirchhof y Trischler, 2017) y España (Rubio-Varas *et al.*, 2017).

Aunque es algo que sucede en todos los países analizados, la gestión de esos desequilibrios (o percepciones de agravios) se resuelve de manera muy diferente en función de los dispositivos institucionales y las prácticas políticas diseñadas para dar voz y reconocimiento a poblaciones y territorios. En este sentido, es interesante el caso de la construcción de dos centrales nucleares y un almacén geológico profundo para residuos radioactivos en Finlandia (Michelsen y Harjula, 2017). Estas tres instalaciones se han gestionado con un nivel de resistencia más bien bajo gracias a una generosa distribución de recursos materiales y simbólicos integradores, haciendo partícipes a las poblaciones afectadas de los beneficios y dándoles siempre la última palabra en buena parte de las decisiones a tomar. Un proceso similar se ha llevado a cabo en Suecia con la reciente aprobación en enero de 2022 del almacenamiento geológico profundo emplazado en Forsmark.

En segundo lugar, un factor de carácter emocional contribuye a modular las percepciones de la energía nuclear. En algunos países, como Finlandia (Michelsen y Harjula, 2017) o el Reino Unido (Butler y Bud, 2017), predomina una visión positiva de la energía nuclear debida a su identificación con el prestigio atribuido a los logros científicos o militares de la nación, a veces también vinculado a una buena imagen pública de las fuerzas armadas del país. Esto último parece suceder principalmente en los países que disponen de armas nucleares (en nuestra muestra de análisis, Reino Unido y Estados Unidos).

En tercer lugar, también influyen en la percepción de la energía nuclear ciertas disputas

ideológicas y conflictos de valores que se dan en la sociedad. Se trata, por ejemplo, de disputas sobre estilos de vida, sobre cómo debería ser el desarrollo económico y social, sobre el pacifismo o los usos militares de la tecnología nuclear y sobre cómo las generaciones futuras juzgarán a las actuales por su manejo de energía nuclear. Esas controversias reflejan diferentes ideologías o formas de entender la justicia social, la sociedad ideal y su evolución, y el papel que debería desempeñar la energía nuclear en esa sociedad. Tanto en Alemania (Kirchhof y Trischler, 2017) como en Estados Unidos (Josephson, 2017) ese tipo de conflictos ideológicos han adquirido un peso importante en las dinámicas de rechazo a la energía nuclear.

8. TRES TIPOS DE SITUACIONES ANTE LA ENERGÍA NUCLEAR

La articulación de este conjunto complejo de factores en nuestro análisis permite identificar tres grupos principales de países.

Un primer grupo está representado por los países en los que la energía nuclear se entiende como un elemento clave en su constitución como Estados independientes o se percibe como garantía de su estabilidad. Bulgaria, Ucrania y, en cierta medida, Finlandia, formarían parte de este grupo. Todos ellos se caracterizan por una elevada aceptación pública de la energía nuclear a lo largo del tiempo y por compartir una posición de delicado equilibrio en la fractura geopolítica entre el Este y el Oeste. En esos países, el uso de la energía nuclear fue el resultado de decisiones geoestratégicas en situaciones históricas en las que los beneficios percibidos (en términos de autonomía y autoestima colectiva, etc.) se consideraron mayores que sus potenciales riesgos. La energía nuclear se impuso *de facto* en el pasado, pero se optó por ella por razones de seguridad de suministro y desarrollo tecnológico en un contexto internacional en que los logros nucleares formaban parte de la carrera tecnológica de la Guerra Fría y el nuevo orden mundial que la siguió.

Un segundo grupo lo forman los países en los que la cuestión nuclear ha solido instrumentalizarse con fines políticos y electorales, y

en los que el comportamiento de algunas instituciones (empresas de la industria nuclear y/o autoridades) se ha percibido como poco fiable, al menos en ciertos momentos de su historia reciente. Alemania, España y, en cierta medida, Suecia, quedarían incluidas en esta categoría.

Por ejemplo, en Alemania y en Suecia, la proximidad de elecciones políticas afectó a la toma de decisiones sobre proyectos nucleares. En 1972 se planificó una central en Breisach, al suroeste de Alemania, a orillas del Rin y de la frontera francesa, lo cual provocó un movimiento de oposición de la población local predominantemente agraria (viticultores). La cercanía de una campaña electoral llevó al gobierno a desestimar el proyecto. Un año después de las elecciones, anunció que se construiría en Wyhl, un pequeño municipio a pocos kilómetros del emplazamiento original, lo cual provocó una nueva oleada de protestas, mucho más organizada, que contó incluso con el apoyo de algunos miembros del gobierno. La decisión siguió adelante hasta que se inició la construcción del reactor en 1975, sin contar con la licencia definitiva. En 1977 un tribunal retiró la licencia de construcción de la planta, hasta que otro la volvió a autorizar en 1982, originando masivas manifestaciones. Finalmente, el gobierno de Baden-Württemberg desechó el proyecto y la planta nunca se construyó.

En España también contamos con ejemplos de la relevancia del juego electoral en la toma de decisiones sobre las centrales nucleares. Es el caso de las dos centrales de Valdecaballeros (Extremadura): el mismo partido (PSOE) que las promovía a escala estatal acabó siendo su principal opositor a escala regional. Y también es el caso de Ascó. Las promotoras compraron los terrenos ocultando que iban a construir una central nuclear. Se edificó contra la voluntad del municipio, que no concedió las licencias de obras, interviniendo el gobierno central y el autonómico para desautorizarle. Pero el "juego" político más rocambolesco ocurrido en esta materia es el relativo al intento de construir el almacén temporal centralizado (ATC), iniciado en 2006, gobernando el Partido Socialista Obrero Español (PSOE), y que contó con la candidatura de varios municipios para acogerlo. Uno fue Ascó, situado en Cataluña, cuyo gobierno regional, de coalición (PSC-ERC-ICV), se opuso argumentando una distribución

injusta de riesgos y beneficios y una vulneración del autogobierno. Se dio la extraña circunstancia de que entre 2007 y 2010 quien, como presidente de la Generalitat (José Montilla), se oponía al ATC, antes había encabezado el Ministerio de Industria que lo había impulsado. Tras las elecciones generales de 2011, el Partido Popular (PP) se hizo cargo del gobierno central y decidió ubicar el ATC en Villar de Cañas, municipio de Castilla-La Mancha, comunidad autónoma gobernada entonces por ese mismo partido. Cuando el procedimiento ya estaba en marcha, nuevas elecciones autonómicas dieron lugar a un gobierno castellano-manchego del PSOE, el mismo partido que había puesto en marcha el proceso del ATC. Sin embargo, a partir de entonces se opuso frontalmente a que se construyera en la región, apelando a una distribución injusta de riesgos y beneficios territoriales. Lo paradójico del caso es que tanto el PSOE como el PP eran, en principio, favorables a la energía nuclear, pero las evidencias muestran que en la práctica la apoyan o se oponen alternativamente por razones de táctica electoral.

Si bien los tres países mencionados, Alemania, Suecia y España, comparten algunos factores político-institucionales, en cambio tienen una base de factores socioculturales sensiblemente diferente. Por ejemplo, en el caso alemán, el conflicto de valores se estableció en torno a disputas sobre modelos de desarrollo socioeconómico y sobre cómo las generaciones futuras juzgarán las decisiones sobre modelos energéticos y sociales, junto con debates ideológicos como el relativo al papel de la energía nuclear en los asuntos militares y el riesgo potencial de guerra. En cambio, en España los principales conflictos socioculturales se centraron en disputas por los usos de los recursos (suelo y aguas) y en sentimientos de agravios territoriales (por la percepción de una desigual distribución de riesgos y beneficios, como se ha comentado). En Suecia, por su parte, el elevado prestigio científico atribuido a su industria nuclear parece ser uno de los principales factores que influyen en la percepción pública, positiva, en este caso. Sin embargo, a escala local se han producido conflictos en términos de usos del suelo y de modelos de desarrollo local, que las instituciones públicas han conseguido moderar gracias a un elevado grado de transparencia institucional y a su capacidad para integrar una pluralidad de voces en la toma de decisiones.

Un tercer grupo de países estaría compuesto principalmente por el Reino Unido, pero, debido a trayectorias históricas comunes, se le añadirían los Estados Unidos. Ambos tuvieron un desarrollo nuclear temprano, y ambos sufrieron incidentes/accidentes con impacto en la opinión pública (Windscale en el Reino Unido, Fermi o Three Mile Island en los Estados Unidos). En el caso británico, las respuestas y el enfoque que dieron las instituciones a la gestión nuclear, basados en garantizar la máxima protección y la tecnología más sofisticada, y unas políticas preventivas más proactivas, favorecieron una mayor confianza en la población. Esta confianza se tradujo en una amplia percepción de compromiso con el interés público, esto es, en altos niveles de confianza en las autoridades públicas. En los últimos tiempos, aunque la confianza en las instituciones públicas (reguladores y demás) parece mantenerse, crece la desconfianza de ciertos sectores del público hacia la gestión privada de las instalaciones nucleares y el secretismo u opacidad que la rodea (Butler y Bud, 2017). En los Estados Unidos la relación entre la opinión pública, el sector nuclear y los reguladores es un poco más compleja, ya que estos tienden a alinearse más con los intereses de la industria nuclear que con el interés común (Josephson, 2017). Además, en Estados Unidos la prevención contra la dependencia energética exterior ha condicionado las decisiones de proyectos nucleares, de tal forma que sus promotores los presentan como una forma de garantizar la autonomía energética nacional. En cuanto a los factores socioculturales, en ambos países se dieron conflictos entre actividades económicas por usos del suelo y conflictos de valores por el uso de armas nucleares y el consiguiente riesgo bélico. Curiosamente, ambos comparten un fuerte orgullo colectivo por el prestigio científico (y militar) nacional, lo que inevitablemente acaba influyendo en la percepción pública de los riesgos y beneficios, así como en la confianza en las instituciones.

En definitiva, y hablando de manera muy genérica, en el primer grupo de países se podría prever un bajo rechazo a la energía nuclear; en el segundo, resistencias por motivos de agravios territoriales y de desconfianza en las instituciones; y en el tercero, resistencias por motivos más bien ideológicos. Tanto en el primero como en el tercer grupo podrían movilizarse ciertos factores emocionales o prácticos que permitirían reducir la oposición, mientras que en el segundo

grupo parecen darse pocos incentivos para ello. Es decir, en países como Bulgaria, Ucrania o Finlandia, que la energía nuclear forme parte de la transición ecológica podría llegar a concebirse como algo razonable. En países como el Reino Unido o los Estados Unidos, las principales resistencias podrían darse por motivos principalmente ideológicos, ligados al uso militar de la energía nuclear. En cambio, en países como Alemania o España, con una opinión pública mucho más adversa, la percepción de la energía nuclear parece estar ligada a la desconfianza en las instituciones, algo mucho más difícil de revertir sin cambios estructurales profundos.

9. CONCLUSIONES

Si bien la evolución de los riesgos y beneficios relacionados con la energía nuclear percibidos a lo largo del tiempo sigue patrones muy similares en todos los países analizados, la aceptación pública de la energía nuclear es bastante diferente en cada país. Esta evidencia sugiere la conveniencia de considerar los factores político-institucionales y socioculturales como variables explicativas clave para comprender la mayor o menor aceptación pública de la energía nuclear.

¿Qué implicaciones tiene este planteamiento en el actual contexto de transición energética? En un contexto de urgencia por el cambio de matriz energética, la solución nuclear tendrá una aplicación previsiblemente más fácil en los países en los que la población tenga una mayor confianza en las instituciones (públicas y privadas), cosa que está relacionada con la existencia de unas normas claras, la percepción de justicia en los comportamientos de empresas e instituciones, la transparencia en la toma de decisiones y la capacidad de articular diferentes intereses, entre ellos los de la población afectada. También será más fácil en los países en que la población perciba que el sistema político no hace un uso instrumental o partidista de la cuestión nuclear en la arena electoral; o en los que la energía nuclear haya llegado a formar parte del prestigio científico y militar nacional, algo que sucede principalmente en países que precisan de la energía nuclear para garantizar su independencia, así como en los que cuentan con armamento atómico.

El recurso a la energía nuclear como fuente energética de transición también podría suscitar más aceptación en el público que se adhiere, en términos ideológicos, al modelo de desarrollo socioeconómico típico del capitalismo industrial y financiero, quizá con las debidas correcciones de acuerdo con la agenda internacional sobre sostenibilidad y cambio climático. En este sentido, hay que tener en cuenta que la cuestión energética de la transición ecológica nos sitúa ante un dilema que representa la gran disputa ideológica de los tiempos actuales. En términos teóricos, se identifican, al menos, dos grandes modelos de pensamiento en liza.

Por un lado, la idea de que es posible cambiar la matriz energética de nuestro modelo socioeconómico manteniendo o, incluso, aumentando los actuales niveles de producción y consumo. No en vano, el consumo es considerado como el principal motor del PIB, una magnitud que, según el pensamiento económico predominante, debe tender siempre al crecimiento para evitar la recesión económica y el colapso de los impuestos (de los servicios públicos, en definitiva). En términos sociológicos, esta perspectiva se suele calificar como de "modernización ecológica", y parte del supuesto de que la crisis ecológica puede ser superada mediante innovaciones tecnológicas y la desmaterialización de la economía (Mol, Sonnenfeld y Spaargaren, 2009; Spaargaren, Mol y Buttel, 2000). Desde esta perspectiva, las políticas de protección del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático podrían ser condiciones básicas para garantizar el crecimiento económico del siglo XXI, contribuyendo a crear un mercado de productos verdes, a impulsar tecnologías más limpias, al uso más eficiente de las materias primas y a un aumento de los índices de salud en la población (Dryzek y Schlosberg, 1998).

Sin embargo, estos supuestos han sido cuestionados desde sectores que sostienen que una transición ecológica basada en fuentes renovables nunca podrá mantener los actuales niveles de producción y consumo; y que, por ello, si queremos evitar la erosión y el colapso de las instituciones de la sociedad industrial, será necesario articular una nueva forma de organización socioeconómica basada en la prosperidad sin crecimiento (Jackson, 2011) o en postulados decrecentistas (D'Alisa, Demaria y Kallis, 2015; Latouche, 2008).

Los partidarios de la modernización ecológica asumen que el camino del New Green Deal europeo es el idóneo para garantizar el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. Y, en este contexto, resulta funcional la idea de que la energía nuclear pueda servir como fuente de transición y apoyo a un futuro escenario con mayor presencia de fuentes renovables, que por sí solas no podrán satisfacer las necesidades de consumo. En cambio, desde los sectores sociales y políticos que apuestan por una transición ecosocial de corte estacionario o decrecentista, la energía nuclear desempeñaría el papel de intentar sostener el modelo socioeconómico basado en el crecimiento, o de prolongar su pervivencia hasta que las condiciones impuestas por los límites planetarios lo hagan inviable. Es decir, supondría un parche para rescatar un sistema socioeconómico ineficiente, injusto y caduco.

En cualquier caso, el cuadro quedaría incompleto si no introducimos un último factor que es tanto sociocultural como político-institucional: el papel del Estado. La época de la globalización financiera neoliberal reafirmó el dogma de reducir la intervención del Estado en la esfera económica. Sin embargo, el recurso a la energía nuclear como fuente energética de apoyo a la transición ecológica difícilmente podrá hacerse sin una decidida intervención estatal, ya sea en términos de aportación de recursos económicos y de provisión de garantías, ya sea de vigilancia de estándares de seguridad.

Si la energía nuclear perdió protagonismo durante las últimas décadas, más que a los accidentes y a la presión de ciertos sectores de la sociedad, habría que atribuirlo al cambio de contexto socioeconómico y político que trajeron consigo la globalización y las políticas neoliberales. La energía nuclear es una tecnología muy intensa en capital, propia de una época en la que los Estados podían dedicar recursos ingentes a largo plazo a los grandes proyectos industriales y tecnológicos, algo que en la era de la globalización financiera, la privatización de servicios públicos, la economía de la información y la reducción del papel del Estado en la economía ha dejado de ser viable. A ello pretenden responder los nuevos prototipos de reactores modulares, aparentemente más económicos y de mayor rendimiento relativo. En este sentido, para que la energía nuclear —en cualquiera de sus modalidades, reactores de gran potencia o

reactores modulares–, desempeñe el papel que sus promotores le vaticinan en el marco de la transición ecológica, solo observamos dos opciones: o se convence a los mercados financieros de su viabilidad (cosa que solo podrá hacerse si los Estados garantizan beneficios), o se recupera el ámbito de actuación de los Estados para que puedan apostar sin restricciones por dicha fuente energética. Pero ambas opciones comportan, por tanto, una nueva disputa ideológica sobre cómo organizar nuestros sistemas socioeconómicos y políticos, que en la práctica puede traducirse en una lucha entre la esfera financiera y la esfera estatal. Como hemos visto, no todos los Estados cuentan con las condiciones más idóneas para tomar decisiones energéticas aceptadas por la población. Una vez más, como ya se indicó más arriba, la discusión sobre la energía nuclear acaba situándose en un contexto y planteando un debate que va mucho más allá de esta opción energética.

BIBLIOGRAFÍA

BUTLER, S. y BUD, R. (2017). *HoNESt Project. WP2. United Kingdom. Short country report*. http://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/UK.pdf

COMISIÓN EUROPEA. (2019). El Pacto Verde Europeo. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM(2019) 640 final.

D'ALISA, G., DEMARIA, F. y KALLIS, G. (Eds.) (2015). *Decrecimiento. Vocabulario para una nueva era*. Barcelona: Icaria.

DOUGLAS, M. y WILDAVSKY, A. (1982). *Risk and culture*. Berkeley: University of California Press.

DRYZEK, J. S. y SCHLOSBERG, D. (Eds.) (1998). *Debating the Earth: The environmental politics reader*. Oxford, Nueva York: Oxford University Press.

ESPLUGA, J., MEDINA, B., PRESAS, A., RUBIO-VARAS, M. y DE LA TORRE, J. (2017). Las dimensiones sociales de la percepción de la energía nuclear. Un análisis del caso español (1960-

2015). *Revista Internacional de Sociología*, 75(4), e075.

ESPLUGA, J., RUSCHEINSKY, A. y PRADES, A. (2018). El concepto de riesgo y su aplicación al análisis de conflictos socioambientales. En A. VALLEJOS-ROMERO, J. VALENCIA HERNÁNDEZ y A. BOZO (Eds.), *Riesgos, gobernanza y conflictos socioambientales* (pp. 69-90). Temuco: Ediciones Universidad de La Frontera.

ESPLUGA, J., MEDINA, B., KONRAD, W. et al. (2018). *HoNESt Project. D4.3: Case studies reports: in-depth understanding of the mechanisms for effective interaction with civil society: selected case studies*. http://www.honest2020.eu/sites/all/themes/Porto_sub/downloads/deliverables/D4.3.pdf

GAMERO, N., ESPLUGA, J., PRADES, A., OLTRA, C., SOLÁ, R. y FARRÉ, J. (2011). Institutional dimensions underlying public trust in information on technological risk. *Journal of Risk Research*, 14(6), pp. 685-702.

HORLICK-JONES, T. y PRADES, A. (2009). On interpretative risk perception research: some reflections on its origins; its nature; and its possible applications in risk communication practice. *Health, Risk & Society*, 11(5), pp. 409-30.

JACKSON, T. (2011). *Prosperidad sin crecimiento. Economía para un planeta finito*. Barcelona: Icaria.

JOSEPHSON, P. R. (2017). *HoNESt Project. WP2. United States. Short country report*. https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/USA.pdf

KAJUSER, A. (2017). *HoNESt Project. WP2. Sweden. Short country report*. https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/SW.pdf

KAJUSER, A., LEHTONEN, M., MEYER, J. H. y RUBIO-VARAS, M. (Eds.) (2021). *Engaging the atom. The history of nuclear energy and society in Europe from the 1950s to the present*. Morgantown: West Virginia University Press.

KANTAR. (2021). *European citizens' knowledge and attitudes towards science and*

technology. *Special Eurobarometer 516*. <https://europa.eu/eurobarometer/api/deliverable/download/file?deliverableId=76996>

KASPERSKI, T. (2017). *HoNESt Project. WP2. Ukraine. Short country report*. https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/UA.pdf

KIRCHHOF, A. y TRISCHLER, H. (2017). *HoNESt Project. WP2. Federal Republic of Germany. Short country report*. https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/FRG.pdf

LATOUCHE, S. (2008). *La apuesta por el decrecimiento. ¿Cómo salir del imaginario dominante?* Barcelona: Icaria.

LEHTONEN, M. (2020). The discursive construction of the economic sustainability of nuclear energy megaprojects: British, French, and Finnish debates on state support. *Journal of Mega Infrastructure & Sustainable Development*, 2(2), pp. 154-186.

LEMKOW, L. (1984). *La protesta antinuclear*. Madrid: Mezquita.

MICHELSSEN, K.-E. y HARIJULA, A. (2017). *HoNESt Project. WP2. Finland. Short country report*. https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/FI.pdf

MOL, A. P. J., SONNENFELD, D. A. y SPAARGAREN, G. (Eds.) (2009). *The ecological modernisation reader: Environmental reform in theory and practice*. Londres, Nueva York: Routledge.

RENN, O. (2008). *Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world*. Londres: Earthscan.

RUBIO-VARAS, M. (2022). Time is money, but sometimes it costs more: an economic history perspective into nuclear projects' pitfalls. *Journal of Mega Infrastructure & Sustainable Development*. DOI: 10.1080/24724718.2022.2092993

RUBIO-VARAS, M. y DE LA TORRE, J. (Eds.) (2017). *The economic history of nuclear energy in Spain: Governance, business and finance*. Cham: Springer.

RUBIO-VARAS, M., DE LA TORRE, J., ESPLUGA, J. y PRESAS, A. (2017). *HoNESt Project. WP2. Spain. Short country report*. https://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/ES.pdf

RUBIO-VARAS, M., DE LA TORRE, J. y CONNORS, D. P. (2021). The atomic business: structures and strategies. *Business History*. DOI: 10.1080/00076791.2020.1856080

SLOVIC, P. (2000). *The perception of risk*. Londres: Earthscan.

SPAARGAREN, G., MOL, A. P. J. y BUTTEL, F. (Eds.) (2000). *Environment and global modernity*. Londres, Thousand Oaks: Sage.

TCHALAKOV, I. y HRISTOV, I. (2017). *HoNESt Project Report. WP2. Bulgaria. Short country report*. http://www.honest2020.eu/sites/default/files/deliverables_24/BG.pdf

TNS OPINION & SOCIAL (2010). *Europeans and nuclear safety. Special Eurobarometer 324*. <https://europa.eu/eurobarometer/api/deliverable/download/file?deliverableId=38516>

WYNNE, B. (1996). May the sheep safely graze? A reflexive view of the expert-lay knowledge divide. En S. LASH, B. SZERSZYNSKI y B. WYNNE (Eds.), *Risk, environment and modernity: Toward a new ecology* (pp. 44-83). Londres, Thousand Oaks: Sage.

Los europeos ante los costes de la transición energética: ¿qué sabemos al respecto?

JUAN CARLOS RODRÍGUEZ*

RESUMEN

En la discusión pública sobre la transición energética no se atiende demasiado a la cuestión de los costes, los ligados a la propia transición o los de las fuentes que habrían de reemplazar a las fósiles en gran medida. Menos aún se suele escuchar la voz de la ciudadanía al respecto. En este artículo se intenta recoger esa voz mediante el análisis de encuestas de opinión europeas y españolas, situándola en unos datos de contexto que reflejan la discusión acerca de los costes de las fuentes renovables intermitentes. El análisis apunta a un público europeo favorable a esas fuentes siempre que no representen costes adicionales, y en el marco de unas preferencias que enfatizan la seguridad del suministro, el cuidado por el medio ambiente y el mantenimiento del nivel de vida.

1. INTRODUCCIÓN

Los países desarrollados, en primer lugar, los europeos, llevan varios lustros embarcados en una estrategia de “transición energética” hacia un estado de cosas con un peso mínimo de las fuentes fósiles (carbón, petróleo, gas natural) en el menú energético. Con ello se

* Universidad Complutense de Madrid y Analistas Socio-Políticos (asp@asp-research.com).

pretende contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a las que se hace responsables del cambio climático en curso, del que se prevén consecuencias lo suficientemente negativas como para que las ventajas de reducir las emisiones acaben compensando los costes de esa transición.

No se trata aquí de discutir ese argumento, sino de anotar algunas evidencias relativas a las perspectivas de la ciudadanía acerca de la cuestión de los costes, que, en principio, no debería obviarse en ninguna discusión de política pública. Las políticas públicas siempre tienen costes, de diverso tipo y dimensión, a distintos plazos, y no siempre afectando a todos los grupos sociales por igual. Podemos imaginar que, en no mucho tiempo, la suma de las ventajas, como quiera que pueda calcularse, superará la suma de los costes, pero eso no eliminará los costes de transición ni el posible reparto desigualitario de aquellos.

Como apunta Heymann (2020), no cabe descartar que en la discusión pública europea sobre la transición energética se hayan desatendido las cuestiones de coste, por ejemplo, los costes en los sistemas de producción de energía eléctrica derivados de incorporar fuentes renovables intermitentes como la eólica o la solar, o los costes en términos de transformación del modo de vida que supondría la descarboniza-

ción o, con otras palabras, la llamada “neutralidad climática”. Quizá ello se deba a que el contexto, sobre todo económico, ha permitido que todos esos costes queden muy difuminados o, si acaso, solo lleguen a entenderse de manera muy abstracta.

Por ejemplo, la discusión sobre los costes de las renovables parecería haberse resuelto ya a la vista de las declaraciones de tantos y tantos miembros de las clases políticas nacionales e internacionales, de tantos organismos públicos, de tantas organizaciones privadas (no solo ecologistas) y, sobre todo, de las políticas efectivas de transformación del menú energético en tantos países europeos y de los objetivos cada vez más ambiciosos propuestos por la Comisión Europea y, aparentemente, compartidos por los Estados miembros de la Unión Europea. Lo anterior parece especialmente claro si tenemos en cuenta que el grueso de la respuesta declarativa de los líderes políticos europeos, primero, a la crisis energética que venía insinuándose desde 2021 y, después, a su intensificación a raíz de la invasión rusa de Ucrania, ha sido la de redoblar los esfuerzos de descarbonización, igual que se hizo en las declaraciones y en la toma de decisiones ante la pandemia del coronavirus a finales de 2020 (Rodríguez, 2021: 15-19). Lo cual no es óbice para que, en la práctica, y por un tiempo indeterminado, algunos de los principales exponentes de la transición energética, como Alemania, hayan tenido que volver a confiar, masivamente, en fuentes como el carbón, o que las instituciones europeas hayan tenido que redefinir las fuentes “verdes” de energía para incluir, no ya la nuclear, sino una fuente fósil como el gas natural.

Los que difieren de una perspectiva tal tienden a ser pocos, y su voz apenas se escucha. Mi impresión es que tampoco se escucha mucho la voz de los ciudadanos, salvo momentáneamente y ante medidas que, sin duda, les afectan directamente o afectan directamente a un grupo determinado de ciudadanos, como ha podido ser el caso de los chalecos amarillos en Francia en los últimos años. Este artículo es una cata más en el conocimiento de esa voz, resaltando una variedad de evidencias empíricas a través de las cuales se la escucha, en la línea de trabajos anteriores (Rodríguez, 2021; Pérez-Díaz y Rodríguez, 2016, 2021). Esta cata en las perspectivas de la ciudadanía viene precedida de unas “dosis de realidad” (o datos de

contexto) que puedan ayudar al lector a situar la cuestión de los costes actuales de la transición energética en un marco un poco menos difuso o abstracto que el habitual, si es que Heymann tiene razón en su diagnóstico.

2. UNOS DATOS DE CONTEXTO NO TAN HABITUALES EN EL DEBATE PÚBLICO

Quienes proponen la transición hacia un menú de fuentes de energía que, en términos netos, no emita gases de efecto invernadero suelen defenderla no solo por sus efectos beneficiosos para la estabilidad del clima, sino también por tratarse de un menú más barato. Lo será, según el argumentario habitual, porque se usará mucho más la electricidad como fuente de energía final y porque la gran mayor parte de esta procederá de fuentes renovables; es decir, de la eólica y de las dos variedades de solar (térmica, fotovoltaica). En el pasado, estas fuentes pudieron ser más caras que el carbón, el gas natural, el petróleo o la nuclear, pero ya son más baratas (especialmente, la eólica), y van a seguir abaratándose (IEA, NEA y OECD, 2020), con los consiguientes ahorros y ganancias derivados de una estrategia de descarbonización¹. Como prueba se aducen las estimaciones cada vez más bajas de los costes *LCOE*², que se han convertido en una suerte de estándar en la discusión sobre las fuentes de energía.

Quienes plantean dudas acerca de la conveniencia de una transición energética tan drástica y/o tan rápida³, resaltan una variedad de

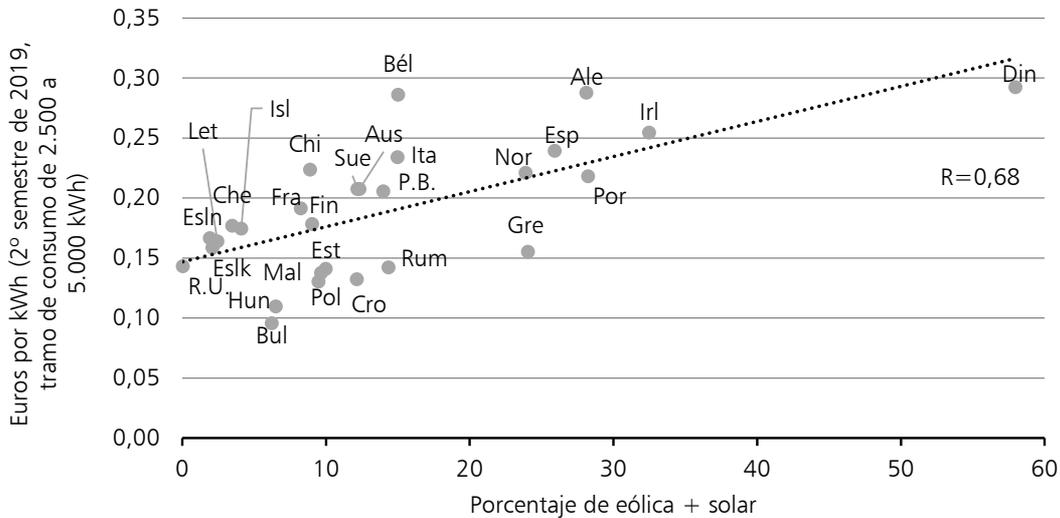
¹ Véase, como ejemplo reciente de esta argumentación, Way *et al.* (2022), pero cabría citar todos los documentos principales sobre el tema de la Comisión Europea, la Agencia Internacional de la Energía y tantos otros organismos internacionales.

² *Levelised Costs of Generating Electricity*. Es una medida del coste neto actual de generación de electricidad para una planta a lo largo de su vida útil. Representa los ingresos medios requeridos para recuperar los costes de levantar y operar una planta de energía eléctrica a lo largo de esa vida útil, y se calcula como la razón entre esos costes futuros y el total de electricidad producida. Como costes se incluyen los de capital, los de combustible, los de mantenimiento, los de cierre de la planta, los financieros y, entre otros, y más recientemente, los imputables a las emisiones de gases de efecto invernadero. Los *LCOE* se predicen de cada planta y no del conjunto, por lo que no tienen en cuenta los costes sistémicos de cada fuente.

³ Véase, por todos, y como textos recientes, Lomborg (2022), Shellenberger y Constable (2022).

GRÁFICO 1

PRODUCCIÓN BRUTA DE ELECTRICIDAD PROCEDENTE DE EÓLICA Y SOLAR (EN PORCENTAJE DEL TOTAL) Y PRECIO DE LA ELECTRICIDAD DOMÉSTICA (EUROS/KWH): PAÍSES EUROPEOS (2019)



Fuentes: Elaboración propia con datos de Eurostat, Production of electricity and derived heat by type of fuel [nrg_bal_peh] y Electricity prices for household consumers - bi-annual data (from 2007 onwards) [nrg_pc_204].

problemas, entre ellos: los costes de la transición, que pueden superar a las hipotéticas ventajas; el carácter intermitente de la producción de electricidad solar y eólica, que requiere de alguna fuente de apoyo mientras es de noche o no hay viento, sea en la forma, hoy, de fuentes “fiables” y de oferta fácilmente ajustable (gas natural, carbón) o, en el futuro, de baterías o de hidrógeno, en la medida en que ambas posibilidades sean viables técnica y económicamente; la enorme necesidad de extracción y procesado de materias primas para fabricar las placas solares y los aerogeneradores, y para las baterías, todo lo cual requiere y requerirá de enormes cantidades de energía, casi con seguridad de origen fósil o nuclear casi toda; y, por último, pero sin ánimo de exhaustividad, que, según este punto de vista, las renovables intermitentes siguen siendo más caras que fuentes como el gas natural.

Para sustentar la última afirmación, que es la que aquí nos interesa, por una parte, estos expertos “escépticos” ponen en cuestión la validez de las estimaciones de coste según el modelo de los LCOE. Advierten de que estos últimos, bien no tienen en cuenta los costes de

red asociados al uso de renovables intermitentes (transmisión y respaldo)⁴, bien los tienen en cuenta, pero asignan el mismo coste a una fuente intermitente como la solar que a una fuente no intermitente como el gas natural; o bien, simplemente, señalan que las estimaciones no se compadecen con los costes que pueden medirse con datos de la contabilidad real de cada planta⁵.

Por otra parte, más bien a efectos retóricos, suelen utilizar una evidencia como la del gráfico 1⁶. En él se observa cómo, comparando países europeos, cuanto más peso tienen las

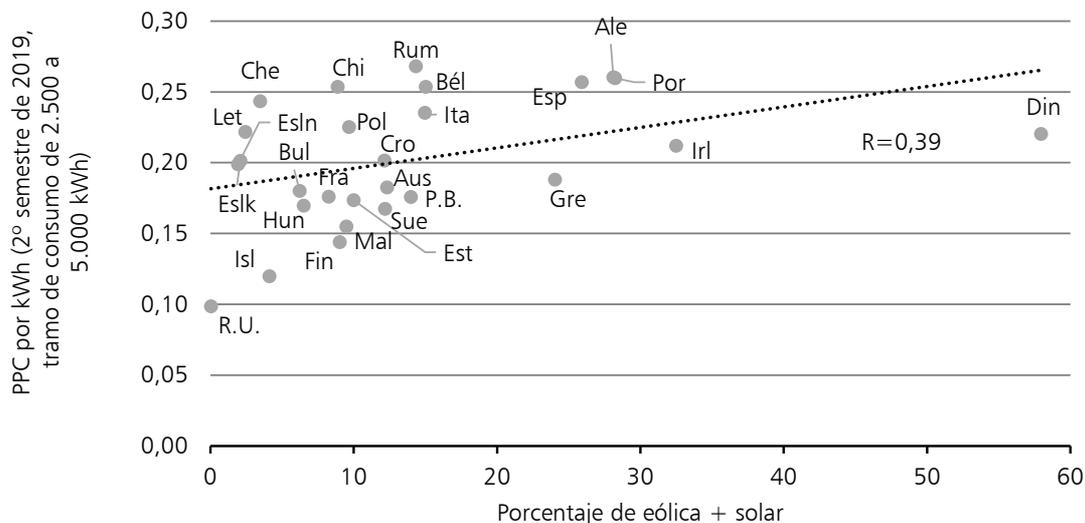
⁴ La propia Agencia Internacional de la Energía, uno de los organismos que más está impulsando la descarbonización, ha reconocido hace un par de años que hay que tener en cuenta esos costes, especialmente relevantes a medida que la solar y la eólica alcanzan una presencia amplia en el menú de fuentes (IEA, NEA y OECD, 2020). En realidad, se trata de una cuestión no tan reciente en la discusión científica. Véase, por ejemplo, Ueckerdt et al. (2013).

⁵ En el Reino Unido, el autor más crítico es Andrew Montford (2021), pero este enfoque, y resultados similares, se dan también en la bibliografía académica (Aldersey-Williams, Broadbent y Strachan, 2019).

⁶ Véase un ejemplo en Goldman Sachs Energy & Infrastructure Team (2022: 40).

GRÁFICO 2

PRODUCCIÓN BRUTA DE ELECTRICIDAD PROCEDENTE DE EÓLICA Y SOLAR (EN PORCENTAJE DEL TOTAL) Y PRECIO DE LA ELECTRICIDAD DOMÉSTICA (PPC/KWH): PAÍSES EUROPEOS (2019)



Fuentes: Elaboración propia con datos de Eurostat, Production of electricity and derived heat by type of fuel [nrg_bal_peh] y Electricity prices for household consumers - bi-annual data (from 2007 onwards) [nrg_pc_204].

fuentes renovables intermitentes en la generación de electricidad, mayor es el precio del kWh, apareciendo ambas variables fuertemente asociadas (coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,68$)⁷. Lo cual no tendría mucho sentido si esas renovables estuvieran ya abaratando el precio de la electricidad.

El problema de este tipo de evidencia reside en que se comparan precios de la electricidad consumida en los hogares, sin tener en cuenta que el nivel de precios general puede

variar bastante de un país a otro dependiendo de su renta per cápita, de los impuestos que se recogen en los precios, o de otros factores. Puede ocurrir que los precios de la electricidad sean más altos no solo por cuestión de costes (de oferta), sino por los mismos factores de demanda que hacen que el nivel general de precios sea más alto. Por eso, quizá sea más adecuado utilizar indicadores de precios que tengan en cuenta esa diversidad de poder adquisitivo de un país a otro, algo poco habitual, pero razonable en esta comparación.

Eurostat ofrece los precios de la energía para el mismo tramo de consumo doméstico medidos en paridades de poder de compra (PPC). Si utilizamos este indicador de precios, la correlación está mucho menos clara ($r=0,39$)⁸, sobre todo, porque lo que parecían precios bajos en países como Rumanía, Bulgaria, Polonia o Hungría, no lo son tanto según este indicador, y lo que parecían precios altos en países como Noruega, Islandia, Dinamarca o Suecia tampoco son tan altos en PPC (gráfico 2). Es decir, la "evidencia" que asocia un mayor uso de renovables intermitentes con mayores precios no sería tan sólida como suelen pre-

⁷ Sin el caso "desviado" de Dinamarca, la correlación no sería tan fuerte ($R^2=0,37$). En este gráfico y el que le sigue, así como en los cuadros de esta sección se estudia el siguiente conjunto de países: la UE28 (excluyendo a Lituania y Luxemburgo), Islandia y Noruega. La exclusión de Lituania y Luxemburgo se debe a que no tiene mucho sentido considerar la influencia de las renovables intermitentes en los precios de la electricidad en ambos países cuando una proporción enorme de su electricidad es importada. Las importaciones netas (importaciones – exportaciones) representaron en 2019 un 81,9 y un 91,9 por ciento, respectivamente, de la electricidad disponible para el consumo. En ningún otro país se alcanzan esos niveles: los porcentajes más altos que siguen a los anteriores son los de Hungría (30,4 por ciento), Malta (25,7 por ciento) y Estonia (26,1 por ciento). Fuente: Eurostat, Supply, transformation and consumption of electricity [nrg_cb_e]. No se usan datos posteriores a 2019 para evitar la influencia de la situación de pandemia y de crisis energética actual.

⁸ En este caso, si excluimos el caso "desviado" danés, la correlación es más fuerte ($R^2=0,21$).

sentarla quienes defienden este argumento. Sin embargo, tampoco sería tan débil como para sustentar el argumento contrario: cuanto más confianza en renovables de este tipo, más bajos son los precios.

En realidad, la correlación lineal del peso de las fuentes renovables intermitentes con el precio de la electricidad doméstica, descontados impuestos y gravámenes, es casi inapreciable, como refleja un r muy bajo ($r=-0,10$) con datos de 2019 (cuadro 1). Lo cual significa que la correlación existente entre el peso de las renovables y el precio total ($r=0,40$) se explica, sobre todo, por esos impuestos o gravámenes. Así se observa en ese mismo cuadro, que muestra los coeficientes de correlación entre el peso de distintas fuentes de energía y los componentes del precio de la electricidad doméstica que distingue Eurostat.

La asociación entre el peso de las renovables intermitentes y los impuestos sobre el kWh consumido en los hogares, medido en PPC, es bastante sustantiva ($r=0,62$). Si observamos el detalle de esos impuestos, tasas y demás, se comprueba que esa asociación se da, en realidad, con los impuestos medioambientales ($r=0,62$), y que si sumamos esos impuestos con los dedicados a financiar la expansión de las renovables (eólica y solar, fundamentalmente), la asociación es aún más fuerte ($r=0,68$). Es decir, cuanto más eólica y/o solar se usa en un país para producir electricidad, más pagan los consumidores domésticos en impuestos “verdes”.

Otras dos evidencias del cuadro resultan también llamativas. Por una parte, las fuentes fósiles (sobre todo, gas natural y carbón) se asocian con el precio total con tanta fuerza como las renovables intermitentes. Sin embargo, una asociación así de fuerte no se observa, en

CUADRO 1

CORRELACIONES LINEALES ENTRE EL PESO DE DISTINTAS FUENTES DE PRODUCCIÓN BRUTA DE ELECTRICIDAD Y LOS PRECIOS DOMÉSTICOS DE LA ELECTRICIDAD EN PPC/KWH Y SUS COMPONENTES (PAÍSES EUROPEOS, 2019) (*)

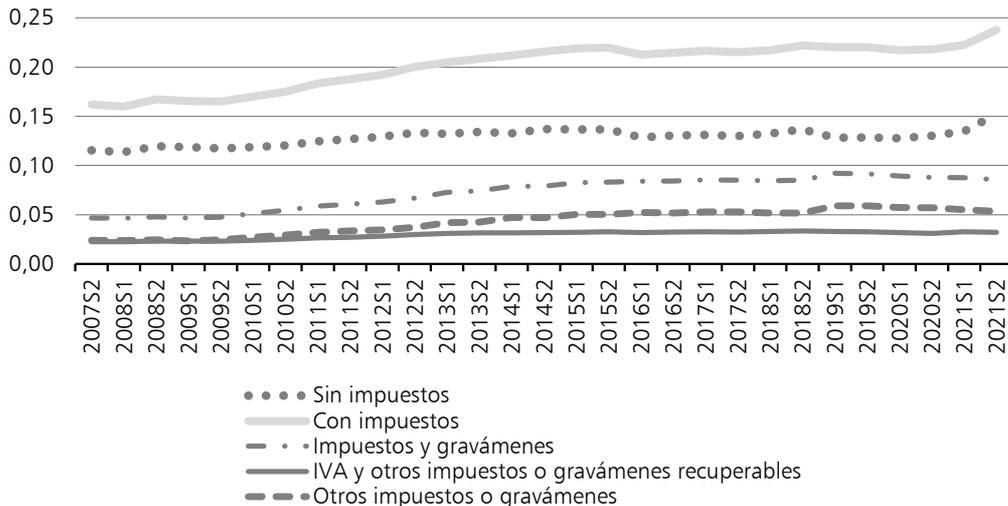
	<i>Coefficientes de correlación de Pearson</i>				<i>Componentes del precio en tanto por ciento del total</i>	
	<i>Eólica y solar</i>	<i>Otras renovables</i>	<i>Fósiles</i>	<i>Nuclear</i>	<i>Zona euro</i>	<i>España</i>
Precio total	0,40	-0,53	0,37	-0,03	100,0	100,0
Energía y suministro	-0,02	-0,55	0,71	-0,18	32,4	27,9
Costes de red	-0,14	-0,03	-0,14	0,30	25,8	25,9
Impuestos, tasas, gravámenes y cargas	0,62	-0,25	-0,01	-0,04	41,8	46,2
IVA	0,20	-0,20	-0,05	0,18	14,9	17,3
Para renovables	0,27	-0,17	0,16	-0,15	13,6	14,0
Sobre capacidad	-0,03	-0,28	0,06	0,28	1,7	1,3
Medioambientales	0,62	-0,04	-0,21	-0,06	8,1	4,0
<i>Renovables + medioambientales</i>	0,68	-0,16	-0,04	-0,15	21,7	18,0
Nucleares	-0,15	-0,06	-0,07	0,24	0,2	0,0
Otros	0,42	-0,20	0,12	-0,15	3,3	9,5
Precio sin impuestos	-0,10	-0,51	0,57	0,00	58,2	53,8

(*) Los países europeos son los mismos que los incluidos en los gráficos anteriores. Consumidor doméstico de 2.500 a 4.999 kWh. En negrita los coeficientes significativos estadísticamente (al menos a un nivel de 0,05).

Fuentes: Elaboración propia con datos de Eurostat, Production of electricity and derived heat by type of fuel [nrg_bal_peh], y Electricity prices components for household consumers - annual data (from 2007 onwards) [nrg_pc_204_c].

GRÁFICO 3

PRECIO DE LA ELECTRICIDAD DOMÉSTICA EN PPC POR KWH (*): ZONA EURO (2007-2021)



(*) Tramo de consumo de 2.500 a 4.999 kWh.

Fuentes: Elaboración propia con datos de Eurostat, Electricity prices for household consumers – bi-annual data (from 2007 onwards) [nrg_pc_204].

absoluto, con los impuestos, y sí, con el precio sin impuestos ($r=0,57$), especialmente con el precio de “energía y suministro” ($r=0,71$). Lo cual es lógico teniendo en cuenta que suelen ser estos combustibles los que acaban determinando el precio en los mercados mayoristas. Por otra parte, solo se observa una asociación negativa realmente sustantiva con el precio de la electricidad doméstica si tenemos en cuenta el peso del resto de las renovables (hidráulica, sobre todo) ($r=0,53$). Puede tratarse de que estas fuentes, efectivamente, ejerzan presiones a la baja del precio de la electricidad o, en mayor o menor parte, de una de correlación espuria. Cuanto menos pesan las fuentes fósiles, más pesan las renovables no intermitentes ($r=-0,67$, no mostrada en el cuadro), por lo que, si la asociación entre el precio y la presencia de fuentes fósiles es positiva, cabe esperar que sea negativa con la presencia de las otras renovables, y viceversa. En realidad, parece más plausible la segunda hipótesis⁹.

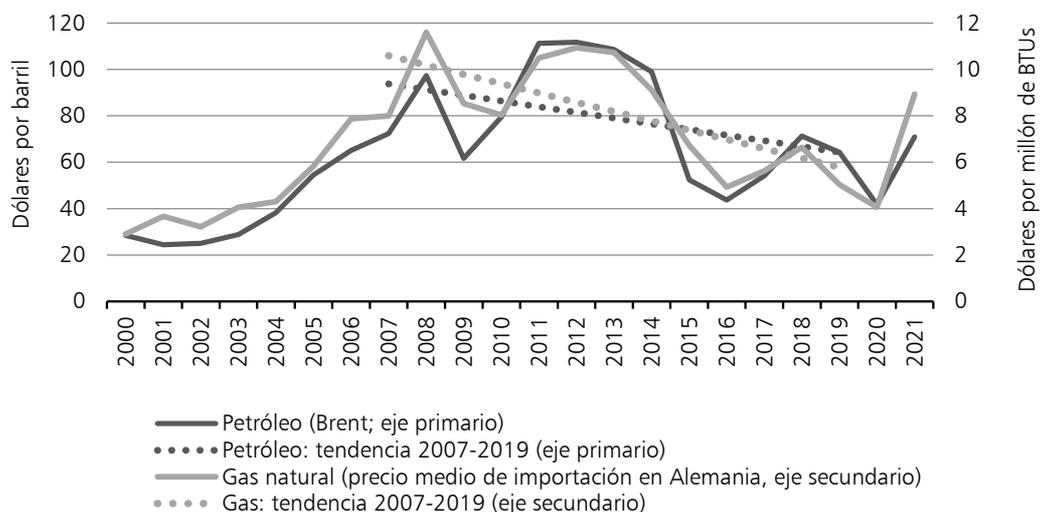
⁹ En modelos de regresión lineal del precio de “energía y suministro” que incluyen el peso de las fuentes fósiles y el de las fuentes renovables no intermitentes como variables independientes para todos los años disponibles y casi todos los países, el signo de la asociación siempre se mantiene (fósiles, positivo; renovables, negativo), pero solo las fósiles conservan una asociación sustantiva con el

No es descartable, por tanto, que el creciente peso de la eólica y/o la solar en el menú eléctrico haya podido ejercer presiones al alza en los precios de la electricidad doméstica en Europa. Desde 2007 quizá ha sido así, como se observa en el gráfico 3. En él se recoge el precio medio de la electricidad doméstica en la zona euro como aproximación a lo que puede haber ocurrido en el conjunto de Europa, teniendo en cuenta los impuestos que gravan el consumo de electricidad. Como se observa, el precio total (con impuestos) creció claramente entre 2007 y 2015, estabilizándose después, hasta los aumentos durante la llamada “crisis energética” de 2021/2022. Prescindiendo de los años de pandemia y/o de crisis energética, el precio total creció entre 2007 y 2019 un 35,9 por ciento, pero el precio sin impuestos (energía y suministro, costes de red) solo lo hizo un 11,4 por ciento. Lo cual significa que los impuestos incluidos en el precio crecieron mucho más, un 96 por ciento; no lo hizo tanto el IVA (+44,2 por ciento) cuanto los otros impuestos (+145,8 por ciento). Es decir, creció, sobre todo, el componente del coste derivado de los impuestos

parcial. Por ejemplo, con los datos de 2019, la correlación parcial del precio con el peso de las fósiles muestra un r de 0,54, mientras que el del peso de las renovables se queda en -0,13 (datos no mostrados en el cuadro 1).

GRÁFICO 4

PRECIOS INTERNACIONALES DEL PETRÓLEO Y DEL GAS NATURAL (2000-2021; MEDIAS ANUALES)



Fuente: Elaboración propia con datos de BP, *Statistical review of world energy*.

medioambientales y los que financian las renovables. Estos representan el 60,1 por ciento de la diferencia de precios entre 2007 y 2019, y los impuestos totales, el 77,3 por ciento.

En un país como Alemania, que tanto ha impulsado las energías renovables intermitentes en los últimos lustros, el aumento del precio de la electricidad (en euros corrientes) fue del 36,7 por ciento¹⁰, pero el del precio sin impuestos fue minúsculo, con un 3,3 por ciento. Lo cual significa que fueron los impuestos los que más crecieron, un 88,5 por ciento en conjunto, y un 126,2 por ciento los impuestos “verdes”.

Lo anterior no demuestra que las fuentes renovables intermitentes estén encareciendo la electricidad doméstica, pero sí sugiere que, si los costes de producción de esas renovables se están reduciendo, no es obvio que esa reducción se esté trasladando con claridad a los precios¹¹. Más bien, lo que sí resulta relativamente

¹⁰ En este caso es mejor usar el euro como unidad de cuenta, pues no se está comparando con otro país europeo.

¹¹ En Estados Unidos tampoco se ha comprobado que los *Renewable Portfolio Standards*, una de las principales políticas de estímulo de las renovables, hayan conseguido reducir los precios de la electricidad al estimular el crecimiento de esas fuentes. De hecho, hasta 2019 se asociaban con mayores precios, probablemente derivados

claro es que la promoción de las energías renovables mediante subvenciones financiadas con impuestos sobre la electricidad ha encarecido la factura eléctrica de los hogares en el periodo estudiado.

Hay que tener en cuenta, como último dato de contexto, que en el periodo considerado (2007 a 2019), los precios internacionales de las principales fuentes fósiles (petróleo y gas natural), que tanto condicionan los precios domésticos, tendieron, más bien, a la baja (gráfico 4). El precio del petróleo brent mostraba una tendencia a reducirse 2,45 dólares por barril cada año (obviamente, con altibajos) y el gas natural, 0,40 dólares por millón de BTUs cada año (también con altibajos).

Como poco, habría que decir que la discusión pública sobre los costes de las renovables está abierta. En la práctica, sin embargo, predomina el argumento que apunta a un futuro eléctrico con mucha más eólica y solar, y con electricidad más barata, precisamente, por confiar mucho más en esas fuentes. El argumento puede haber sido plausible para mucha gente

de los costes que imponen las renovables intermitentes en el sistema eléctrico, y la reducción de las emisiones de CO₂ se ha hecho a costes muy elevados (Greenstone y Nath, 2019).

en un contexto como el que se ha descrito, pues el probable aumento del coste de la electricidad doméstica debido a los impuestos verdes, en realidad, ha debido de notarse poco. Al menos, han debido de notar poco en los países más ricos y, en estos, o en otros, en el hogar medio o mediano, por no hablar de los hogares más acomodados. Aumentos del precio de la electricidad de un 36 por ciento en doce años no destacan tanto en un entorno caracterizado por un aumento del IPC cercano al 20 por ciento a escala de la UE y un aumento de los salarios netos que también ha debido de rondar esa cifra¹². Asunto distinto es cómo han podido experimentar esas alzas de precios los hogares más modestos.

Está por ver si los grandes aumentos de los precios de la energía en 2021 y 2022 activan una discusión más general sobre la cuestión de los costes o no, más allá de las causas inmediatas de esas alzas de precios. En cualquier caso, si la discusión está abierta, también lo está la necesidad de atender a las perspectivas del público.

3. Y LA GENTE, ¿QUÉ DICE?, ¿QUÉ HACE?

En una temática de tanto alcance como la de la transición energética y sus costes conviene atender no solo a los puntos de vista de los políticos y los altos funcionarios que diseñan e implementan las políticas correspondientes, de los expertos que les asesoran y de las organizaciones sectoriales o las ecologistas. Resulta bastante obvio que todos ellos protagonizan la discusión pública sobre esta materia y que su voz se escucha con fuerza. No lo es tanto que se escuche la de la ciudadanía, aunque, en parte, estará reflejada en las decisiones de unos partidos políticos elegidos por los ciudadanos y en las aportaciones de las asociaciones. Sin embargo, no está claro que esas intermediaciones sean tan claras, como se mostrará más adelante.

En principio, a la gente del común se la escucharía, como en otras materias, de estas

¹² Elaboración propia con datos de Eurostat, HICP - annual data (average index and rate of change) [prc_hicp_aind] y Annual net earnings [earn_nt_net].

maneras: mediante su participación electoral, eligiendo unas u otras opciones políticas; mediante su participación en acciones colectivas tales como manifestaciones o recogidas de firmas; un tanto silenciosamente, dejando que “hablen” sus comportamientos; y, por último, a través de encuestas de opinión.

A continuación se presta atención a varias de esas modalidades de voz para comprobar si la ciudadanía europea tiene algo más o menos claro que “decir” acerca de los costes de la transición energética y, en particular, de los de la contribución a esta de las energías renovables. Se trata, más que de un análisis sistemático, de un *collage*, pero será suficiente para ofrecer una idea básica de los puntos de vista del público europeo.

3.1. No hay tanta voz en temas medioambientales o de energía a través del voto

En una temática como la del medio ambiente o de la energía es difícil escuchar la voz de la sociedad a través de su voto en las elecciones generales. Obviamente, puede decirse que, al elegir mayoritariamente a un partido o coalición por delante de otros, se muestra la adhesión a un programa electoral en el que se recogen las correspondientes políticas medioambientales o de energía. Sin embargo, los contenidos programáticos no tienen por qué ser especialmente claros ni comprometer a los partidos en cursos de acción concretos y ciertos. Sobra decir, también, que es muy improbable que en esos programas se hagan estimaciones de costes y beneficios de cualquier política propuesta.

En todo caso, más allá de los contenidos de los programas, las cuestiones medioambientales y de energía no suelen ocupar un lugar central en las campañas electorales, es decir, en las controversias o los debates entre los candidatos. Probablemente, porque, al menos en los últimos cuarenta años en Europa, la gente del común está habitualmente mucho más interesada en asuntos como el empleo, la situación económica, el sistema de pensiones, la sanidad, etc., o, coyunturalmente, en temas que se

imponen por su urgencia o relevancia sobrevenida (una guerra, un referéndum separatista, un aluvión de refugiados). Ni entre los primeros ni entre los segundos es muy probable que aparezcan temáticas como la transición energética o el cambio climático, que sí podrían reactivarse en ciertas coyunturas de cierta gravedad, como la crisis energética actual. Pero, justamente, en Europa no se ha vivido una crisis semejante desde finales de los años setenta.

Lo cual sugiere que, salvo en ese tipo de circunstancias excepcionales, muy pocos decidirán su voto en función de temas medioambientales o de energía, todo ello en el supuesto de que las opciones estén claramente diferenciadas y no sean variantes de las mismas políticas solo distinguibles por su retórica.

Tomemos el caso español como ejemplo. Un examen de las encuestas del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) cercanas en

el tiempo a las elecciones generales celebradas entre 1993 y 2019 debería proporcionarnos información sobre las percepciones dominantes acerca de los temas tratados en las campañas y los considerados importantes por la ciudadanía en tiempos electorales, con el fin de comprobar la posición relativa de las cuestiones medioambientales o energéticas.

Lo segundo es relativamente sencillo, pues los barómetros del CIS incluyen desde mediados de los ochenta y, con continuidad, desde mediados de los noventa, una pregunta que recoge los tres problemas principales que hay en España a juicio del entrevistado. Se trata de una pregunta abierta, codificada *a posteriori*. Obviamente, no permite establecer una jerarquía nítida de las cuestiones medioambientales o energéticas en la preocupación de los españoles, pero, al menos, sirve para comprobar en qué medida una problemática secundaria adquiere tanta relevancia como para “colarse” entre las principales.

CUADRO 2

MENCIONES A CIERTOS PROBLEMAS ENTRE LOS TRES PRINCIPALES PROBLEMAS DE ESPAÑA (ESPAÑA, 1993-2019) (PORCENTAJES)

<i>Fecha de celebración de las elecciones</i>	<i>Problemas medioambientales</i>	<i>Paro</i>	<i>Problemas de índole económica</i>	<i>Los políticos en general, los partidos políticos y la política</i>
06-jun-93	1,1	89,6	35,8	2,8
03-mar-96	Sin codificar	82,4	16,1	11,5
12-mar-00	Sin encuestas cercanas			
14-mar-04	0,6	57,7	10,3	8,1
09-mar-08	1,9	44,8	38,3	7,5
20-nov-11	0,2	81,5	49,7	23,2
20-dic-15	0,6	78,8	24,4	18,9
26-jun-16	0,3	76,7	24,6	21,1
28-abr-19	0,9	61,3	25,2	30,0
10-nov-19	1,7	59,1	28,3	42,9

Fuentes: Elaboración propia con datos del CIS (www.cis.es).

CUADRO 3

TEMA MÁS DEBATIDO EN LA ÚLTIMA CAMPAÑA PARA LAS ELECCIONES GENERALES (ESPAÑA, 2000-2019) (PORCENTAJES) (*)

	mar-00	mar-08	nov-11	dic-15	abr-19	nov-19
Terrorismo	4,2	28,8	0,3	0,3	0,1	0,1
Empleo, paro...	13,3	1,3	29,0	10,7	7,4	4,1
Problemas económicos	5,8	22,0	41,6	9,6	6,8	4,0
Pensiones	18,8	0,7	0,1	0,2	2,2	1,2
Inmigración	n.c.	7,5	0,1	0,2	1,7	1,6
Corrupción	n.c.	n.c.	n.c.	26,8	5,6	2,9
Críticas, descalificaciones entre partidos	2,2	1,4	1,5	3,0	10,5	13,8
Independencia de Cataluña, cuestión territorial o similares	n.c.	n.c.	n.c.	8,4	22,1	30,2
<i>Medio ambiente o similar</i>	<i>n.c.</i>	<i>0,03</i>	<i>n.c.</i>	<i>0,02</i>	<i>0,08</i>	<i>0,15</i>
Otros	2,7	0,8		0,5	1,9	1,2
Todos	5,8	6,4	3,9	5,9	5,7	3,9
Ninguno	8,2	5,1	5,3	7,6	6,8	6,7
Ns/nc	33,4	21,8	15,7	18,7	22,0	25,5

(*) "n.c." = no codificado.

Fuentes: Elaboración propia con datos del CIS (www.cis.es).

El principal código de interés es el de "problemas medioambientales"¹³. En el periodo para el que están disponibles los datos (236 encuestas desde mayo de 1985 a marzo de 2020), el porcentaje máximo obtenido por esa categoría es un 9,3 por ciento, en marzo de 1999¹⁴, y el medio es del 1,1 por ciento. Según esta evidencia, era esperable que, como se observa en el cuadro 2, en los meses cercanos a las elecciones generales la relevancia otorgada por los españoles a esos problemas entre los principales de España haya sido minúscula, como se comprueba al comparar las menciones que reciben con las que reciben el paro, los problemas económicos o, en la última década, los relacionados con la clase política.

De lo primero, la temática electoral percibida como más debatida, contamos con información para varias elecciones generales. Se trata de las respuestas a una pregunta por el tema más debatido por los partidos y candidatos a lo largo de la campaña. De nuevo, es una pregunta abierta, codificada *a posteriori*. Uno de

¹³ Esta es la formulación actual, pero, en el pasado, las etiquetas han sido distintas.

¹⁴ Sobre la razón de una frecuencia de menciones tan "alta" carezco de una hipótesis explicativa.

los códigos es "el medio ambiente" (expresado así o mediante un sintagma similar). Los principales resultados de esa pregunta en seis encuestas postelectorales se recogen en el cuadro 3. Destaca el elevado porcentaje de ausencia de respuesta, lo que probablemente refleja al segmento del público que presta poca o nula atención a las campañas electorales. También llama la atención que no pocos respondan "todos" o "ninguno", usando términos muy poco definidos. Más allá de ambas cuestiones, se observa una variación real de las temáticas recordadas que valida, hasta cierto punto, el recuerdo de los entrevistados como fuente de información. Por ejemplo, en tiempos de clara bonanza económica, como el año 2000, son menos las menciones al paro o los problemas económicos que en tiempos de crisis, como en 2011. La temática de la corrupción (sobre todo, del partido gobernante entonces) fue, efectivamente, muy tratada en la prensa en la legislatura que acabaría con las elecciones de diciembre de 2015. Y la cuestión catalana se refleja en el recuerdo del tema más debatido desde la campaña de 2015, *in crescendo* hasta la de noviembre de 2019.

De nuevo, no es posible medir con precisión la importancia relativa dada en las

campañas a las cuestiones energéticas o medioambientales, pero es muy llamativo que, cuando se codifica este tipo de respuestas, si acaso, alcanzan solo un máximo del 0,15 por ciento en noviembre de 2019, además, en un contexto de notable agitación mediática sobre estos temas, relacionado con la celebración en Madrid de la 25ª Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

No tenemos por qué conformarnos con esta evidencia de ausencia de centralidad de estas cuestiones en las campañas electorales o en la “agenda” de la ciudadanía. Podemos atender también, por ejemplo, a las perspectivas de una clase política mucho más cercana a sus votantes, la de los parlamentarios británicos, que han de ganarse el voto, por así decirlo, “puerta a puerta”. Una muestra de ellos fue entrevistada por investigadores de la Lancaster University acerca de la relación con sus representados respecto de la temática del cambio climático (Willis, 2018). Como se afirma en el informe, “un mensaje claro resultante de nuestra investigación fue que los políticos se sienten bajo muy poca presión en el tema del cambio climático. Los votantes no piden a sus representantes que actúen”. En palabras de uno de los entrevistados: “He llamado a miles de puertas y mantenido miles de conversaciones con los votantes, y, simplemente, no tengo conversaciones sobre el cambio climático”. Solo se apunta una excepción, la de los “votantes acomodados, educados, de ciudad”.

incorporan los ciudadanos la cuestión de los costes en sus conductas, las cuales, con las salvedades pertinentes, cabe interpretar como preferencias reveladas, en la terminología de los economistas.

Esas conductas suelen ser cotidianas y no implicar costes excesivos. Sin embargo, aunque hay notables diferencias de un país a otro, en ninguno se da un cumplimiento “universal” (superior al 90 por ciento) en alguna de ellas. Con datos de diciembre de 2019, lo más cercano a esa universalidad son porcentajes que rondan el 85 por ciento en Suecia o los Países Bajos en cuanto a separar la mayoría de sus residuos para reciclarlos. Se trata de una conducta que lleva siendo décadas promovida y facilitada de múltiples formas, y que, sin embargo, ni siquiera alcanza a un tercio de los encuestados en Bulgaria o Rumanía, o a la mitad en Austria. En general, son mucho menos frecuentes las conductas más costosas, no necesariamente en términos monetarios, sino de cambio sustancial de hábitos. Entre las menos habituales a escala europea están las de “cambiar su dieta a una más sostenible”, “usar menos el coche evitando viajes innecesarios” o “elegir una forma de transporte más respetuosa con el medio ambiente”. La más frecuente es la del reciclado de residuos, a gran distancia de la segunda, la de reducir el consumo de plásticos de un solo uso. La media de conductas que se practican da una idea de la predisposición de los europeos a embarcarse en conductas medioambientales: se pregunta por doce, pero la media del conjunto es inferior a cuatro.

3.2. Lo que “dicen” los comportamientos medioambientales: preferencias reveladas y condicionantes económicos

Una comparativa europea de conductas orientadas medioambientalmente

En otro lugar (Rodríguez, 2021: 133-147) he analizado, utilizando Eurobarómetros, la frecuencia con que los habitantes de la Unión Europea despliegan un conjunto de conductas con algún sentido medioambiental. No se trata de reiterar aquí los resultados de esa investigación, pero sí de recordar algunos sobre cómo

El segundo resultado interesante tiene que ver con la evolución de esos comportamientos. Con alguna variación por países, la media de las conductas con datos desde 2009 a 2019 apenas cambia o, si acaso, tiende a caer algo en el segundo lustro considerado. Algo similar ocurre con el porcentaje de quienes dicen haber adoptado personalmente medidas para ayudar en la “lucha contra el cambio climático”, cercano al 60 por ciento tanto en 2008 como en 2019, reflejando también una pauta de estabilidad con altibajos intermedios. Da la impresión de que en muchos países se ha llegado al nivel de “saturación” de comportamientos medioambientalmente apropiados (distinto para cada país) y que no cabría esperar cambios apreciables a corto o medio plazo.

Todo ello es compatible con la existencia de mayorías muy extendidas a lo largo de ese periodo (y, seguramente, en momentos anteriores, no cubiertos por las encuestas correspondientes) que afirman su preocupación por el cambio climático o el estado del medio ambiente, y segmentos amplios que asignan gran relevancia a los aspectos medioambientales de las políticas energéticas. Una evolución “plana” de los comportamientos medioambientales llama la atención en un marco de continua y amplia promoción pública y privada, muy aireada por los medios de comunicación, del compromiso medioambiental de los ciudadanos.

El tercer resultado interesante tiene que ver con uno de los factores principales que puede explicar las diferencias en los niveles medios de implicación medioambiental de unos y otros países: el nivel de riqueza. Aunque en la investigación ya referida (Rodríguez, 2021) esa correlación no se comprueba directamente, sí correlaciona la renta per cápita con un factor sintético que resume gran parte de las diferencias entre países y que está muy asociado a la frecuencia de comportamientos medioambientales en cada país. La correlación lineal de la renta per cápita de 2019 con dicho factor es altísima¹⁵, con un r de 0,87. La correlación con la media de comportamientos medioambientales ya mencionados es también muy alta ($r=0,78$) y lo es más ($r=0,84$) con la media de otra colección de comportamientos medioambientales mucho más costosos monetariamente (adquirir un coche eléctrico, instalar placas solares o aislar la casa para consumir menos energía). Lo cual apunta a que unas y otras conductas son más frecuentes en países más ricos porque pueden permitirse mejor que los no tan ricos sufragar los costes individuales y colectivos de reciclar, usar menos el automóvil privado, reducir el consumo de energía, adoptar las nuevas formas de movilidad eléctrica o de ahorro energético en los hogares. Las acusadas diferencias revelan que los costes de las medidas son muy relevantes, aunque estos no se perciban con tanta claridad dentro de cada país “rico”.

Otro ejemplo de preferencias reveladas: o, del dicho al hecho...

Una de las medidas propuestas en los últimos años para que los ciudadanos contribuyan

¹⁵ Renta nacional bruta, medida en PPC, con datos de 2019.

individualmente a la reducción de las emisiones de CO₂ son los *carbon offsets*, que pueden traducirse por “compensaciones de carbono”, y que se aplicarían, por ejemplo, a los vuelos en avión. La idea es que cada viajero compense, pagando una cantidad más bien módica, el coste hipotético derivado de las emisiones de CO₂ que supondrá su vuelo. Como en otras preguntas que miden actitudes o disposiciones, no pocos se muestran dispuestos en las encuestas a una conducta tal. Teniendo en cuenta los estudios recogidos en el artículo de Berger *et al.* (2022), basados en muestras de población general o viajeros de avión en países desarrollados, se obtendría una media de unos 20 euros por tonelada de CO₂. Esa misma investigación, en la que se analiza el comportamiento real de una muestra de pasajeros de una aerolínea suiza, obtenida entre agosto de 2019 y octubre de 2020, indica, sin embargo, que solo un 4,5 por ciento de las reservas incluyó una compensación, lo que se traduce en una media próxima a 1 euro por tonelada de CO₂. Téngase en cuenta que en el periodo contemplado en el estudio el “precio” de la tonelada de CO₂ en los mercados de permisos rondaba los 26/27 euros.

Que haya un trecho largo desde el dicho (“estoy dispuesto a pagar una compensación de carbono”) al hecho (“hago una reserva pagándola”) es esperable, sobre todo, desde el punto de vista de la lógica de la acción colectiva y la producción de bienes públicos: “no hace falta que yo incurra en los costes de producir un bien público, pues me beneficiaré igualmente de las ventajas cuando se produzca”. Solo cabe esperar frecuencias altas de este tipo de comportamientos entre los muy convencidos de la gravedad del problema en cuestión que, además, puedan permitirse gastos extra, aun pequeños. Ni siquiera cabría esperar una frecuencia alta por razones de exhibición de virtud (*virtue signalling*), pues, al hacer la reserva del billete de avión no hay nadie de los grupos de referencia observando. Solo hay un ordenador o una máquina.

Que el trecho, de todos modos, sea tan largo nos interesa para entender mejor la evidencia que se presenta a continuación. También está basada en preguntas de encuesta que miden la propensión a ciertos sacrificios, aunque no contamos con el contraste de la conducta efectiva. De ahí, el interés de estudiar los *carbon offsets*: nos recuerdan lo amplia que

puede ser la distancia entre declaraciones y comportamientos.

3.3. La disposición a pagar más por fuentes energéticas renovables

En las actuales encuestas de opinión internacionales sobre el medio ambiente y/o la energía es raro encontrar preguntas que sitúen a los entrevistados ante los costes hipotéticos de las opciones que prefieren o que planteen de manera concreta los *trade-offs* de las políticas que apoyan o rechazan. Si acaso, los *trade-offs* se plantean de manera muy general, por ejemplo, en términos de sacrificar el crecimiento económico por la protección medioambiental o viceversa. En los Eurobarómetros, lo más común es preguntar a los entrevistados por su grado de acuerdo con los fines de las políticas europeas en estas materias o, a veces, por los medios, o, en alguna ocasión, por ambos a la vez, solicitando una difícil comparación entre fines y medios (Rodríguez, 2021: 108).

Sin embargo, hace quince o veinte años sí se contemplaban preguntas de esos tipos. Entre 2002 y 2006 varios Eurobarómetros plantearon a los entrevistados si estaban dispuestos a pagar más, y cuánto más, en su caso, por una energía procedente de fuentes renovables. Por entonces, la eólica y la solar eran claramente más caras que las fuentes tradicionales, por lo que la pregunta podía tener ciertos referentes de debate público para los entrevistados. Hoy los referentes serían, más bien, los contrarios, pues según las informaciones más difundidas, la eólica resulta más barata que las fuentes tradicionales, mientras que las diversas formas de la solar se presentan como fuentes que van reduciendo sustancialmente los costes.

El interés de esas preguntas no reside solo en que sean comprensibles para los entrevistados, dados sus marcos de referencia, sino también en que, más allá de estos, nos muestran de manera bastante directa la importancia que otorgan a ciertos problemas. Una cosa es asignar una gravedad del 9 sobre 10 al cambio climático y otra estar dispuesto a los sacrificios cotidianos que, hipotéticamente, servirían para

afrontar una problemática a la que se atribuye semejante gravedad. En realidad, se trata de un tipo de preguntas utilizadas en ocasiones por los economistas para sus estimaciones del valor (o el precio) de bienes fuera del mercado y, por tanto, sin precio: una vida humana, reducir en alguna medida la contaminación o la temperatura del planeta, etc. Es decir, son útiles más allá de que sea cierto o no que las fuentes renovables de electricidad sean más baratas o caras que las no renovables.

Sea como fuere, la pregunta, aplicada en tres Eurobarómetros (de 2002, 2005 y 2006) era bastante clara, y también lo son las respuestas, recogidas en el cuadro 4. Con los datos de 2006 se puede comprobar que en casi todos los países de la UE28 (todos excepto Dinamarca, Luxemburgo y el Reino Unido) eran más los entrevistados contrarios a pagar más por una energía producida por fuentes renovables (en lugar de producida por otras fuentes) que los partidarios. El máximo de partidarios alcanzó el 52,3 por ciento en Dinamarca, y el mínimo, en Bulgaria, con un 9,6 por ciento. El porcentaje medio de partidarios fue del 32,1 por ciento, y el de contrarios del 61 por ciento.

Más interesante aún es el incremento medio del precio de la energía que en cada país se estaría dispuesto a asumir. Podemos asignar el valor 0 a quienes no están dispuestos a pagar más, y el valor 26 a quienes pagarían por encima de un 25 por ciento más, y los valores medios de los intervalos al resto de categorías, calculando a continuación la media para quienes responden a la pregunta. El resultado de esta estimación, gruesa, es muy claro. En ningún país el coste extra superaría el 4 por ciento y solo en dos países se superaría el 3 por ciento. La media de los 28 países se quedaría en un 1,73 por ciento. Téngase en cuenta que se trata de un Eurobarómetro de 2006 y, por tanto, con trabajo de campo en momentos de gran bonanza económica en Europa, tiempos que suelen reflejarse en disposiciones más favorables a asumir gastos extra en estas u otras materias. Es decir, se trataría de un incremento minúsculo, claramente en el rango de las variaciones interanuales de precios como el de la electricidad doméstica analizado más arriba.

Los países están ordenados en el cuadro según su predisposición media a pagar más por

CUADRO 4

DISPOSICIÓN A PAGAR MÁS POR ELECTRICIDAD DE FUENTES RENOVABLES (UE-28, 2006)
 ¿ESTARÍA DISPUESTO/A A PAGAR MÁS POR LA ENERGÍA PRODUCIDA POR UNA FUENTE RENOVABLE QUE POR LA ENERGÍA PRODUCIDA POR OTRAS FUENTES? SI LA RESPUESTA ES "SÍ", ¿CUÁNTO ESTARÍA DISPUESTO/A A PAGAR DE MÁS? (PORCENTAJES HORIZONTALES) (*)

	<i>No, no estoy dispuesto/a a pagar más</i>	<i>Sí, un 5 por ciento más</i>	<i>Sí, de un 6 a un 10 por ciento más</i>	<i>Sí, de un 11 a un 25 por ciento más</i>	<i>Sí, más de un 25 por ciento más</i>	<i>Coste medio extra asumible (**)</i>		
						2006	2005	2002
Dinamarca	43,5	23,7	21,7	5,2	1,6	3,86	3,81	3,84
Luxemburgo	45,7	30,7	16,9	2,8	1,2	3,01	4,17	3,54
R. Unido	42,2	31,6	13,0	2,7	0,7	2,77	2,94	2,58
P. Bajos	52,3	25,4	14,6	2,6	0,8	2,58	3,04	3,38
Irlanda	49,6	26,5	9,1	2,2	1,0	2,32	1,86	2,27
Suecia	58,4	21,1	11,6	2,1	1,0	2,22	3,00	3,17
Croacia	57,3	20,8	8,8	1,4	1,8	2,17	2,70	
Francia	54,6	27,4	9,7	2,3	0,6	2,15	2,71	1,64
Finlandia	51,1	34,6	10,1	1,1	0,6	2,08	2,46	2,73
Chipre	46,1	28,3	9,8	0,4	0,8	2,07	1,92	
Bélgica	59,6	25,2	12,4	1,9	0,4	2,07	2,27	1,46
España	52,5	25,8	5,6	2,9	0,2	1,92	2,01	1,51
Eslovenia	59,0	25,6	10,0	1,4	0,6	1,91	1,94	
Alemania	65,8	20,9	8,1	1,6	1,0	1,77	1,99	1,49
Austria	55,1	32,1	6,8	1,9	0,0	1,76	2,05	2,34
Italia	60,6	20,8	5,0	1,8	1,0	1,68	1,71	2,63
Grecia	64,4	25,4	7,8	1,0	0,6	1,61	1,94	2,46
Estonia	57,7	24,0	6,2	1,2	0,2	1,52	2,00	
Hungría	70,1	18,7	6,2	0,8	0,6	1,30	1,29	
Chequia	70,5	20,0	6,4	0,2	0,0	1,08	1,84	
Rumanía	68,4	12,5	4,0	0,8	0,4	1,04	0,76	
Polonia	70,0	17,9	5,6	0,4	0,0	1,03	1,38	
Eslovaquia	73,9	13,4	4,1	0,7	0,4	0,95	0,95	
Malta	69,8	15,3	2,0	1,6	0,0	0,94	1,12	
Letonia	77,7	15,3	3,1	0,4	0,4	0,83	1,02	
Lituania	74,9	10,0	2,0	1,6	0,0	0,78	0,84	
Portugal	78,0	13,9	2,3	0,2	0,4	0,70	0,98	0,75
Bulgaria	80,1	7,4	1,8	0,4	0,0	0,44	0,56	
Media aritmética	61,0	21,9	8,0	1,6	0,6	1,73	1,97	2,39

(*) No se incluye el porcentaje de "no sabe".

(**) Se calcula asignando los siguientes incrementos a cada una de las opciones de respuesta y dividiendo el total por el número de encuestados que responden: no (0), más de un 5 por ciento (2,5), 6 a 10 por ciento (8), 11 a 25 por ciento (18), más de un 25 por ciento (26).

Fuentes: Elaboración propia con datos de los Eurobarómetros 57.0, 664.2 y 65.2.

fuentes de energía renovables. Ese orden sugiere que esa predisposición debe de estar asociada con el nivel de renta. De hecho, es así, asociándose sustantivamente con el PIB per cápita de 2006 medido en PPC, como revela un coeficiente r de 0,75¹⁶. La recta de regresión revelaría una elasticidad renta de la disposición a pagar por renovables igual o superior a 1, lo que asemejaría el bien (las renovables) a una especie de bien suntuario. Un bien suntuario por el que, en todo caso, los habitantes en países de muy alta renta per cápita, como Suecia, solo estarían dispuestos a pagar un 2,22 por ciento más, no tan lejos del precio extra que estarían dispuestos a asumir los polacos (+1,03 por ciento).

¿Cómo ha podido evolucionar la opinión de los europeos desde 2006? No podemos saberlo, pues no ha vuelto a repetirse una pregunta similar en el Eurobarómetro. Sin embargo, sí podemos hacernos una idea de la evolución del caso español, pues en encuestas realizadas por Analistas Socio-Políticos (ASP) en 2007, 2016 y 2020 se ha incluido una pregunta

similar. Los resultados no son estrictamente comparables con los de los Eurobarómetros, dada la distinta metodología de encuesta, pero permiten hacerse una idea de la evolución. Vista en términos del porcentaje medio de aumento de precio al que estaría dispuesto el conjunto de la población consultada, se observan cambios menores, quizá algo al alza, entre 2002 y 2006, siempre con medias bajísimas, entre el 1,5 y el 2 por ciento (cuadro 5). La media de 2007 es más alta (3,83 por ciento), pero se estima con una técnica de encuesta distinta y una pregunta algo distinta, por lo que no cabe la comparación. Lo relevante es que esa media apenas varía entre 2007 y 2020, quedando siempre muy cerca del 4 por ciento. Es decir: la poca variación en el primer periodo (2002-2006) y la poca variación en el segundo (2007-2020) apuntarían a una estabilidad en la, bajísima, predisposición a pagar más por fuentes renovables. No sabemos si esta conclusión de estabilidad podría aplicarse al conjunto de la UE, pero tampoco desentonaría mucho con lo ya observado acerca de la estabilidad de los comportamientos medioambientales.

CUADRO 5

DISPOSICIÓN A PAGAR MÁS POR ENERGÍA / ELECTRICIDAD PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES (ESPAÑA, POBLACIÓN DE 18 A 75 AÑOS, 2002-2020) (PORCENTAJES VERTICALES) (*)

	2002	2005	2006	2007	2016	2020
No, no estoy dispuesto/a a pagar más	56,2	43,5	52,8	26,9	36,3	38,4
Sí, pagaría [hasta] un 5 por ciento más	20,4	34,7	26,5	38,0	27,9	29,5
Sí, pagaría de un 6 a un 10 por ciento más	6,9	5,9	5,9	16,7	17,0	14,9
Sí, más de 10 por ciento más	1,1	2,7	3,6	8,3	10,4	9,2
Sí, pero no sabe cuánto				5,8	5,7	
No sabe	15,3	13,2	11,2	4,3	2,7	8,0
Media de quienes tienen opinión clara (no/sí) (**)	1,54	2,15	2,03	3,83	4,21	3,74
<i>N</i>	912	472	445	1.199	1.002	1.002

(*) En los Eurobarómetros (2002-2006) se preguntó por “energía”; en las encuestas ASP (2007-2020) por “electricidad”. Los intervalos de respuesta no son siempre los mismos. Los Eurobarómetros son encuestas presenciales; las encuestas ASP son encuestas telefónicas asistidas por ordenador (CATI).

(**) Para calcularla se asignan estos valores a los intervalos de respuesta: no (0), hasta un 5 por ciento (2,5), 6 a 10 por ciento (8), 11 a 25 por ciento (18), más del 25 por ciento (26), más del 15 por ciento (16), 16 a 20 por ciento (18), más del 20 por ciento (21). A quienes están dispuestos a pagar más, pero no saben cuánto, se les asigna el valor medio de los encuestados dispuestos a pagar más y saben cuánto.

Fuentes: Elaboración propia con datos de los Eurobarómetros 57.0, 64.2 y 65.2, y de las encuestas ASP 00.044, 16.060 y 20.064.

¹⁶ Calculado sin tener en cuenta los datos de Irlanda y Luxemburgo, cuyos indicadores de renta per cápita no son fácilmente comparables con los del resto de los países europeos. Si los incluimos, $r = 0,72$.

Cabe dudar de preguntas de este tipo, pues pueden estar sesgadas a favor de las respuestas más “correctas” socialmente. Sin

embargo, en este caso, de existir, el sesgo en las respuestas no se estaría reflejando en una propensión alta a asumir costes, que sería lo esperable, dada la gran relevancia que otorgan los entrevistados a problemas como el cambio climático. Al contrario, la propensión media a asumir costes es bajísima, a pesar de ese posible sesgo de deseabilidad social. No cabe añadir una interpretación en términos de la lógica de la acción colectiva como la que se ha propuesto más arriba para las compensaciones de carbono. Dificulta una interpretación semejante el que no se trate de una decisión o un comportamiento real, sino de una declaración de intenciones, digamos, “gratuita”. Más bien, lo que revela es que muchísima gente comparte un argumento implícito tal como: renovables sí, pero no más caras que las fuentes tradicionales. Un argumento que es, en el fondo, un barrunto de argumento, lo propio en una temática que se nos escapa, por su complejidad, al común de los mortales.

4. CONCLUSIÓN

Los datos de contexto presentados en la primera parte del artículo que relacionan el peso de las renovables intermitentes (solar y eólica) con el precio de la electricidad doméstica en Europa apuntan a la necesidad de mantener abierta la discusión sobre los costes de las renovables, sin dar por supuestas sus ventajas actuales o futuras al respecto.

En esa discusión apenas se ha escuchado la voz del público. A mostrarla se ha dedicado la segunda parte del trabajo. Por lo pronto, no cabe suponer que se haya expresado a través de la conversación propia de las campañas electorales, pues, como se ha mostrado para España, simplemente no se ocupan con un mínimo de centralidad de esos temas.

Habrá que escucharla de otros modos. Los comportamientos reales de los europeos revelan, por una parte, que hay que tomar *cum grano salis* sus declaraciones favorables a asumir costes extra en pro del medio ambiente, pues del dicho (notable propensión a adquirir *carbon offsets*) al hecho (uso minúsculo de esas compensaciones en las reservas de vuelos) hay un gran trecho. Por otra, revelan que prefieren

las conductas medioambientales de bajo coste, que no parecen muy dispuestos a aumentar la frecuencia de esas u otras conductas con el tiempo, y que esa frecuencia depende mucho del nivel de riqueza de cada país, lo cual es una evidencia más acerca de la relevancia que le dan o que, simplemente, tienen los costes.

Por último, a pesar de lo que favorecen a las energías renovables en las encuestas o de la relevancia que otorgan a problemas como el cambio climático, y de que, en el fondo, resulta “gratis” revelar una predisposición alta a asumir costes extra por usar energía procedente de renovables, hace quince o veinte años, por término medio apenas estaban dispuestos a incrementos en el rango normal de las variaciones interanuales de los precios de la electricidad. No podemos conocer la evolución de esas predisposiciones a escala europea, pues el Eurobarómetro ya no incluye las preguntas correspondientes, pero, gracias a otras encuestas, podemos conocer la evolución de las predisposiciones de los españoles, que siguen tan poco dispuestos a incurrir en costes significativamente más altos como lo estaban a comienzos de siglo.

En conjunto, el *collage* de evidencia mostrado sugiere la existencia de un público favorable a las energías renovables siempre que sean baratas o muy baratas—en el marco de unas preferencias energéticas que resaltan la seguridad del suministro, el cuidado por el medio ambiente y el mantenimiento del nivel de vida (algo que sabemos, pero no hemos estudiado aquí). Quizá hasta hoy han aceptado precios más caros porque no se ha notado tanto o porque no han sido conscientes de ellos gracias a una discusión pública insuficiente en la materia.

Haya sido así o no la discusión pública sobre los costes de las renovables, lo esperable es que no lo sea de aquí en adelante, pues es una cuestión central en las decisiones sobre el menú energético, que tantas implicaciones, y de tanto calado, acabarán teniendo en la vida de los europeos. Unas decisiones en las que seguramente se puede escuchar más fuerte y clara la voz de la ciudadanía, quizá, sobre todo, a la hora de pedir cuentas a los decisores. Pero si se ofuscan los costes y se impide el conocimiento del público, ni podrá participar en la conversación ni podrá pedir cuentas. Se reforzaría, así, el papel y la posición de los grandes decisores

y los expertos que les asesoran. Los expertos, y su "ciencia", se convertirían, cada vez más, en una "fuente externa de autoridad y legitimidad" (McCormack, 2022). Y los decisores operarían cada vez más independientemente de la ciudadanía en cuestiones como la aquí considerada.

BIBLIOGRAFÍA

ALDERSEY-WILLIAMS, J., BROADBENT, IAN D. y STRACHAN, P. A. (2019). Better estimates of LCOE from audited accounts – A new methodology with examples from United Kingdom offshore wind and CCGT. *Energy Policy*, 128, pp. 25-35.

BERGER, S., KILCHENMANN, A., LENZ, O. y SCHLÖDER, F. (2022). Willingness-to-pay for carbon dioxide offsets: Field evidence on revealed preferences in the aviation industry. *Global Environmental Change*, 102470.

CONSTABLE, J. (2022). *Europe's green experiment. A costly failure in unilateral climate policy*. Global Warming Policy Foundation.

GOLDMAN SACHS ENERGY & INFRASTRUCTURE TEAM (2022). North American energy. Positioned as a key growing supplier of global energy demand: A game changer for US energy infrastructure. https://www.gsam.com/content/dam/gsam/pdfs/us/en/fund-resources/investment-education/Energy_Market_Update-March_2022.pdf

GREENSTONE, M. y NATH, I. (2019). Do Renewable Portfolio Standards deliver? *Working Paper, 2019-62*. Energy Policy Institute at the University of Chicago.

HEYMANN, E. (2020). Climate neutrality: are we ready for an honest discussion? *Konzept*, 19, pp. 70-73.

IEA, NEA y OECD. (2020). *Projected costs of generating electricity 2020 edition*. París: OECD Publishing.

LOMBORG, B. (2022). Net-zero climate policy offers much pain, little gain. *New York Post*, 2 de octubre.

McCORMACK, T. (2022). The new parasitic Leviathan. <https://brownstone.org/articles/the-new-parasitic-leviathan/>

MONTFORD, A. (2021). *The rising costs of onshore wind*. Global Warming Policy Foundation.

PÉREZ-DÍAZ, V. y RODRÍGUEZ, J. C. (2016). *Ecobarómetro Fundación Endesa. Cultura ecológica y educación*. Madrid: Fundación Endesa.

PÉREZ-DÍAZ, V. y RODRÍGUEZ, J. C. (2021). *Ecobarómetro Fundación Endesa (2016-2021). La cultura ecológica en España: prioridades, costes, actitudes, y el papel de la escuela*. Madrid: Fundación Endesa.

RODRÍGUEZ, J. C. (2021). *La cultura ecológica de los europeos: percepciones, actitudes y comportamientos*. Madrid: Funcas. <https://www.funcas.es/libro/la-cultura-ecologica-de-los-europeos-percepciones-actitudes-y-comportamientos/>

SHELLENBERGER, M. (2022). End of renewables craze is near. <https://michaelsellenberger.substack.com/p/end-of-renewables-craze-is-near>

UECKERDT, F., HIRTH, L., LUDERER, G. y EDENHOFER, O. (2013). System LCOE: What are the costs of variable renewables? *Energy*, 63, pp. 61-75.

WAY, R., IVES, M. C., MEALY, P. y FARMER, J. D. (2022). Empirically grounded technology forecasts and the energy transition. *Joule*, 6(9), pp. 2.057-2.082.

WILLIS, R. (2018). *Building the political mandate for climate action*. Londres: Green Alliance.

FUENTES DE DATOS

ANALISTAS SOCIO-POLÍTICOS. Encuesta ASP 07.044. Junio de 2007. Fichero de microdatos.

ANALISTAS SOCIO-POLÍTICOS. Encuesta ASP 16.060. Junio/julio de 2016. Fichero de microdatos.

ANALISTAS SOCIO-POLÍTICOS. Encuesta ASP 20.064. Octubre de 2020. Fichero de microdatos.

BP. Statistical review of world energy, June 2022.

CIS. Estudio 2757. Postelectoral elecciones generales y autonómicas de Andalucía 2008. Panel (2ª fase). Marzo-mayo de 2008.

CIS. Estudio 2920. Postelectoral elecciones generales 2011. Panel (2ª fase). Noviembre de 2011 – enero de 2012.

CIS. Estudio 3248. Postelectoral elecciones generales 2019. Mayo de 2019.

CIS. Estudio 3269. Barómetro de diciembre 2019. Postelectoral elecciones generales 2019. Noviembre-diciembre de 2019.

CIS. Estudio 7700. Preelectoral y postelectoral elecciones generales y autonómicas de Andalucía 2000. Panel (total panel). Marzo/abril de 2000.

CIS. Estudio 7715. Preelectoral y postelectoral elecciones generales 2015. Panel (total panel). Enero-marzo de 2016.

CIS. Indicadores del barómetro: percepción de los principales problemas de España.

EUROPEAN COMMISSION. 2012. Eurobarometer 57.0 (febrero-abril 2002). GESIS Data Archive, Colonia. Fichero de datos ZA3638, versión 1.0.1, doi.org/10.4232/1.10948.

EUROPEAN COMMISSION. 2012. Eurobarometer 64.2 (octubre-noviembre 2005). GESIS Data Archive, Colonia. Fichero de datos ZA4414, versión 1.1.0, doi.org/10.4232/1.10970.

EUROPEAN COMMISSION. 2012. Eurobarometer 65.2 (marzo-mayo 2006). GESIS Data Archive, Colonia. Fichero de datos ZA4506, versión 1.0.1, doi.org/10.4232/1.10974.

EUROSTAT. Main GDP aggregates per capita [nama_10_pc].

EUROSTAT. Production of electricity and derived heat by type of fuel [nrg_bal_peh].

EUROSTAT. Electricity prices for household consumers – bi-annual data (from 2007 onwards) [nrg_pc_204].

EUROSTAT. Electricity prices components for household consumers - annual data (from 2007 onwards) [nrg_pc_204_c].

EUROSTAT. Supply, transformation and consumption of electricity [nrg_cb_e].

EUROSTAT. GNI (gross national income) per capita in PPS [NAMA_10_PP].

EUROSTAT. HICP - annual data (average index and rate of change) [prc_hicp_aind].

EUROSTAT. Annual net earnings [earn_nt_net].

Se acerca el invierno: claves para entender la pobreza energética en el contexto de la crisis energética europea

GUILLERMO GARCÍA ÁLVAREZ*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo aclarar el concepto de pobreza energética, así como presentar sus causas y las estrategias para abordarla. Tras considerar sus definiciones, su impacto en los hogares, y los indicadores usados para cuantificarla, se expone la situación en España, prestando especial atención a las medidas adoptadas al respecto y a su limitada efectividad.

1. INTRODUCCIÓN

Es incuestionable que la invasión de Ucrania ha incrementado la presión sobre el sistema energético de todos los países europeos, en particular, de aquellos más dependientes de la importación de gas natural ruso. En 2020, un 43 por ciento de las importaciones de gas natural de los países de la Unión Europea (UE) procedían de Rusia (Comisión Europea, 2020). Además de la crisis de escasez, se vive hoy una de precios y de asequibilidad que viene azotando a los consumidores más vulnerables desde hace

* Vrije Universiteit Amsterdam (g.garcia.alvarez@vu.nl).

más de un año. De hecho, la mayoría de los países europeos vienen adoptando medidas contra la crisis energética desde el otoño de 2021. En España, la electricidad alcanzó su precio máximo en marzo de 2022, disparándose a los 545 euros/MWh. En agosto de 2021, desde el Banco de España se atribuyó el 70 por ciento del aumento de los precios a lo ocurrido con los precios del gas y de los derechos de emisión de CO₂ (Pacce, Sánchez y Suárez-Varela, 2021). Desde entonces, los precios del gas natural, según el índice TTF holandés¹, han seguido aumentando debido a la invasión de Ucrania, llegando a máximos históricos en agosto de 2022². El próximo invierno promete ser muy problemático para los hogares más vulnerables, en un contexto de incertidumbre sobre los precios de la energía y los cortes de suministro de gas natural.

La subida de los precios de la energía viene acompañada de un aumento generalizado en el coste de la vida. El crecimiento interanual del índice de precios de consumo armonizado (IPCA) alcanzó el 10,5 por ciento en agosto de 2022; téngase en cuenta que veníamos de

¹ El índice de precios TTF (Title Transfer Facility) se usa como referencia en el mercado europeo.

² El precio del gas natural acentúa su caída por debajo de los 200 euros, *Cinco Días*, 19 de septiembre de 2022 (https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/09/19/companias/1663579600_273532.html).

incrementos negativos a raíz de la pandemia de la COVID-19³. Esos incrementos no se observaban en España desde los años ochenta del siglo pasado. Las cifras españolas se encuentran, más o menos, en la media de la UE, y todas las grandes economías europeas se sitúan entre el 6 y el 11 por ciento, pero algunos países de Europa del Este han superado el 20 por ciento⁴.

El principal problema de esa inflación para los hogares españoles es que sus ingresos no suben de manera acorde, perdiendo poder adquisitivo. El salario medio creció en el segundo trimestre de 2022 cerca de un 5 por ciento en comparación con el mismo trimestre de 2021, lo que implica que los salarios están creciendo casi la mitad que la inflación. Por decirlo de una manera sencilla, los hogares que ya tenían dificultad para afrontar sus gastos cotidianos tendrán que elegir entre una dieta variada o mantener su casa caliente.

Los apartados siguientes profundizan en lo que entendemos por pobreza energética y en las alternativas para cuantificarla usando indicadores objetivos y subjetivos. A continuación, se analizan las políticas adoptadas en España y en otros países europeos, trazando finalmente las lecciones aprendidas.

2. LA POBREZA ENERGÉTICA: DEFINICIONES E INDICADORES

2.1. Sin una definición universalmente aceptada

La pobreza energética no cuenta con una definición establecida a escala internacional, lo que dificulta su cuantificación y el diseño de medidas para combatirla. Por lo pronto, debemos diferenciar lo que ocurre en Europa de lo que ocurre en gran parte del mundo. En 2015, los países miembros de la ONU adoptaron la

³ INE. Indicador adelantado del Índice de Precios de Consumo Armonizado.

⁴ Eurostat. HICP – monthly data (annual rate of change) [PRC_HICP_MANR].

Agenda 2030 para un desarrollo sostenible, la cual incluye “garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna” antes de 2030 (Naciones Unidas, 2020). En el *World Energy Outlook* de 2021 se estimó que 770 millones de personas de todo el mundo todavía carecían de acceso a la electricidad en sus hogares, la mayoría en África y Asia (IEA, 2021). En cambio, en la UE, el acceso a la electricidad es prácticamente universal, del 100 por ciento de los hogares en todos los países miembros, con la excepción de Bulgaria, con un 99,7 por ciento⁵. Por otra parte, mientras que el problema de la accesibilidad va reduciéndose a escala mundial, cobra relevancia el de la asequibilidad. La nueva crisis energética puede devolver a muchos hogares a la pobreza energética. Aproximadamente, 90 millones de habitantes de Asia y África que habían conseguido recientemente el acceso ininterrumpido a la electricidad no pueden hacer frente a los gastos derivados de cubrir sus necesidades básicas de energía (IEA, 2022).

En 2010, el Foro Económico Mundial definió la pobreza energética como la “falta de acceso a servicios y productos energéticos sostenibles y modernos” (Habitat for Humanity, s. f.). Se trata de una definición que hoy se consideraría insuficiente, pues no incluye el problema de la asequibilidad. Sí se recoge en una definición muy reciente de la Comisión Europea: “Es el resultado de la combinación de unos ingresos bajos, una elevada proporción de la renta disponible gastada en energía y una mala eficiencia energética, sobre todo en los edificios” (Comisión Europea, 2022). Sin embargo, no todos los países miembros comparten o han compartido una definición similar. Por ejemplo, en 2012, el informe final sobre la *Fuel Poverty Review* redactado por John Hills para el gobierno británico la definió así: “Se considera que alguien vive en condiciones de pobreza energética si es miembro de un hogar con bajos ingresos que no se puede mantener a una temperatura adecuada (*warm*) a un coste razonable” (Hills, 2012).

En general, las definiciones oficiales tienden a referirse al fenómeno propio de hogares que ya cuentan con un acceso ininterrumpido a fuentes de energía tales como la electricidad, pero en los que unos ingresos insuficientes o

⁵ World Bank. Access to electricity (% of population) – European Union (<https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=EU>).

el elevado coste de la energía les impide cubrir las necesidades energéticas básicas o les obligan a desviar fondos destinados a satisfacer otras necesidades básicas.

2.2. Indicadores subjetivos y objetivos

En los últimos años se han explorado diferentes opciones para medir la pobreza energética. Sin embargo, relacionarla, sobre todo, con la asequibilidad y no tanto con el acceso dificulta su cuantificación. Un hogar tiene o no tiene acceso a la electricidad; pero que un hogar se pueda permitir los bienes energéticos básicos depende de cómo pueda distribuir sus ingresos entre el gasto en energía y otras necesidades básicas (alimentación, vivienda, etc.). En función del objetivo, ya sea entender las dimensiones de la pobreza energética, identificar la cantidad de hogares en situación de riesgo de pobreza energética o analizar el impacto de la eficiencia energética de los edificios, unos indicadores pueden resultar más adecuados que otros.

Hay dos tipos de indicadores: los objetivos y los subjetivos. Los objetivos tienen que ver con la proporción de los ingresos de un hogar destinados a su consumo de energía (electricidad, gas natural, etc.). Esos indicadores están ligados a la pobreza en su sentido estrictamente económico, pues, a medida que aumenta la renta disponible, tiende a disminuir el porcentaje de ella que se destina al consumo de energía. Los indicadores subjetivos pueden situar a hogares de renta media en la categoría de la pobreza energética, pues se basan en las respuestas de los hogares a encuestas que consideran la pobreza energética como un fenómeno multidimensional.

Un indicador objetivo comúnmente utilizado (por ejemplo, en Francia, Irlanda o Gales) es el que define a una familia que destina el 10 por ciento de sus ingresos o más a energía como un hogar en situación de pobreza energética. Este indicador ha sido criticado por su falta de contexto, ya que puede incluir a familias de renta alta con un gasto energético elevado por razones distintas de las habituales en hogares de renta baja.

Otros indicadores que resaltan el gasto desproporcionado en energía son el *Low Income High Cost* (LIHC), usado en el Reino Unido, y el 2M o M/2, que se reporta oficialmente en la mayoría de los países europeos, incluyendo a España, Alemania o Italia (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019; Thema y Vondung, 2020). El LIHC pretende resolver ciertos problemas de la metodología del 10 por ciento para poder calcular “tanto la extensión como la profundidad de la pobreza energética”. Así, un hogar se considera en situación de pobreza energética si cumple dos condiciones: a) sus gastos necesarios (*required*) en energía sobrepasan la mediana nacional, ajustados según el número de miembros del hogar (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2020); y b) una vez deducida esa cantidad, los ingresos disponibles restantes se sitúan por debajo del umbral oficial de pobreza⁶.

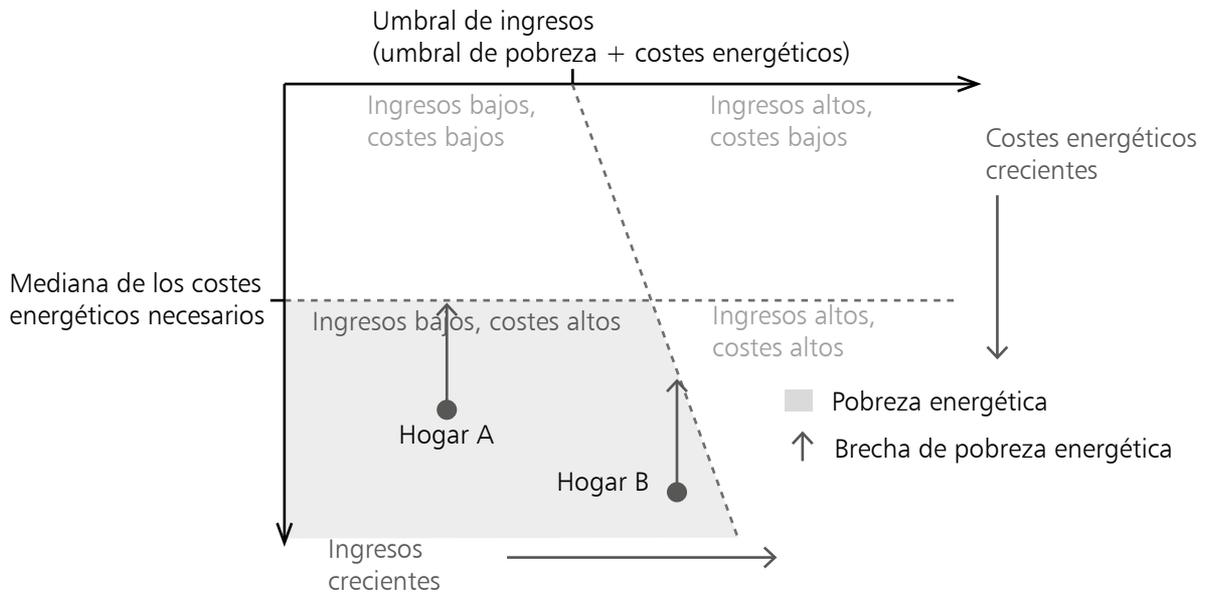
Con el LIHC, la severidad de la pobreza energética se asociaría a la medida en que los gastos energéticos de un hogar superan la mediana nacional. Un análisis similar se podría llevar a cabo con el indicador del 10 por ciento, diferenciando, por ejemplo, entre familias que destinan a energía un 11 por ciento de sus ingresos de las que tienen que gastar un 20 o un 30 por ciento. En el gráfico 1 se puede observar cómo se llevaría a cabo este análisis. Como se observa, el hogar A tiene menos ingresos que el hogar B, pero ambos se encuentran en el cuadrante de la pobreza energética. No obstante, para salir de ese cuadrante, el hogar B necesita menos ingresos extra.

El siguiente indicador objetivo más popular es el conocido como 2M, que refleja un gasto en energía en un hogar que es desproporcionado para sus ingresos; por su parte, el indicador M/2 da cuenta de un gasto insuficiente. Según el indicador 2M, todo hogar cuyo gasto energético en porcentaje de sus ingresos supera el doble del porcentaje correspondiente al hogar mediano a escala nacional está en situación de pobreza energética (Arenas *et al.*, 2020). Con el indicador M/2, un hogar lo está si el peso de su gasto es inferior a la mitad del peso del gasto en energía en el hogar mediano. M/2 también se conoce como indicador de pobreza energética escondida. Ambos indicadores mejoran el indi-

⁶ Suele utilizarse el más común en la UE: el de unos ingresos equivalentes disponibles inferiores al 60 por ciento de los ingresos equivalentes disponibles medianos.

GRÁFICO 1

UMBRAL Y SEVERIDAD DE LA POBREZA ENERGÉTICA UTILIZANDO EL LIHC



Fuente: Adaptado de Department of Business, Energy & Industrial Strategy (2020: 2).

gador del 10 por ciento y presentan alternativas al LIHC.

Los indicadores subjetivos utilizan encuestas para recoger la percepción de los hogares acerca de diferentes cuestiones relacionadas con la pobreza energética. Una de ellas es la *Encuesta de Condiciones de Vida (ECV)*, según su nombre en español, que se viene llevando a cabo durante casi un par de décadas en todos o casi todos los países de la UE. A partir de la *ECV* se pueden elaborar dos indicadores de pobreza energética: el de retraso en el pago de facturas de electricidad en los últimos doce meses y el de capacidad para mantener el hogar a una temperatura adecuada.

El indicador de los retrasos en los pagos recoge, según el juicio de los entrevistados, la dificultad que tienen para pagar las facturas de electricidad a final de mes. La ventaja de la *ECV* es que se pueden analizar otras respuestas para contextualizar este indicador, a lo que también contribuyen los indicadores objetivos.

El indicador de la “temperatura adecuada” se ha referido tradicionalmente y en la actualidad a los meses invernales y al gasto en calefacción (Arenas *et al.*, 2020). Sin embargo, el aumento de frecuencia de las olas de calor en verano puede llegar a requerir una reformulación de esta pregunta en el futuro. Para interpretar este indicador hay que tener en cuenta la relevancia del tipo de hogar, pues los pisos en bloques de edificios requieren menos energía, ya que reciben calor de los apartamentos contiguos. De hecho, habitar en un piso se asocia positivamente con este indicador (García Álvarez y Tol, 2021).

Entre otras opciones, también se ha utilizado la “presencia de goteras en el techo, humedades en las paredes o podredumbre en las ventanas o el suelo” para añadir otra dimensión al concepto de pobreza energética (Aristondo y Onaindia, 2018; García Álvarez y Tol, 2021; Thomson, Bouzarovski y Snell, 2017). Este indicador puede reflejar que la propiedad tiene problemas en cuanto a eficiencia energética o que está siendo calentada de manera inefectiva. Ade-

más, la presencia de goteras y humedades causa el deterioro de la vivienda y conlleva más dificultades para conseguir una temperatura adecuada, lo que, a su vez, incrementa el consumo de energía necesario. Es cuestionable que la ECV trate las goteras, las humedades y la podredumbre en los marcos de las ventanas o el suelo como una única pregunta, pues resta capacidad de realizar un análisis exhaustivo.

En resumen, estos indicadores permiten desarrollar una perspectiva más multidimensional de la pobreza energética y de los diferentes factores de riesgo. Con todo, al ser reportados por las propias familias, cabe la posibilidad de que las respuestas estén erradas, si bien no hay incentivos para mentir en una encuesta de tales características. Otra de las desventajas de los indicadores subjetivos reside en que no permiten medir la severidad de la pobreza energética. Tomemos dos familias hipotéticas como ejemplo: según los indicadores subjetivos, si ninguna puede mantener su casa a una temperatura adecuada, ambas están en situación de pobreza energética. Sin embargo, con indicadores objetivos, podemos observar que el gasto energético es el 40 por ciento del total de ingresos en el caso de una familia, y el 12 por ciento en la otra, y que, por tanto, la gravedad de la pobreza energética es distinta y sus consecuencias, muy diferentes. A su vez, los indicadores objetivos permiten identificar a sectores de población vulnerables que no se encuentran en situación de pobreza energética, pero que podrían sufrirla si alguno de los factores determinantes de este tipo de pobreza empeorase, ya sea la situación macroeconómica, los precios de la energía, los ingresos del hogar o la eficiencia energética de su vivienda.

Aun siendo problemática, la falta de consenso en los indicadores fomenta debates interesantes. Por ejemplo, dos artículos de investigación analizaron el Bono Social de Electricidad (BSE) y su impacto en la pobreza energética en España. En el primero de ellos, utilizando un análisis de pareamiento por puntaje de propensión para determinar si el BSE había afectado a los indicadores subjetivos, no se halló ningún impacto estadísticamente significativo (García Álvarez y Tol, 2021). Se consideraron tres indicadores subjetivos: retraso en los pagos de facturas eléctricas, incapacidad para mantener el hogar a una temperatura adecuada y presencia de humedades y goteras. En cam-

bio, el segundo estudio, publicado en 2022, utilizó el indicador 2M para medir el impacto del BSE en la pobreza energética (Bagnoli y Bertomeu-Sánchez, 2022). En este caso, se descubrió un impacto positivo, si bien muy pequeño, en la disminución de la pobreza energética; aproximadamente 59.000 hogares dejaron de estar en esta situación gracias al BSE. Los estudios no son contradictorios, toda vez que el impacto es inexistente o muy modesto, lo cual indica que la medida tiene margen de mejora. Este es un ejemplo de cómo apoyarse en diferentes métricas, que arrojan distintos resultados, puede dificultar el diseño de medidas para paliar la pobreza energética.

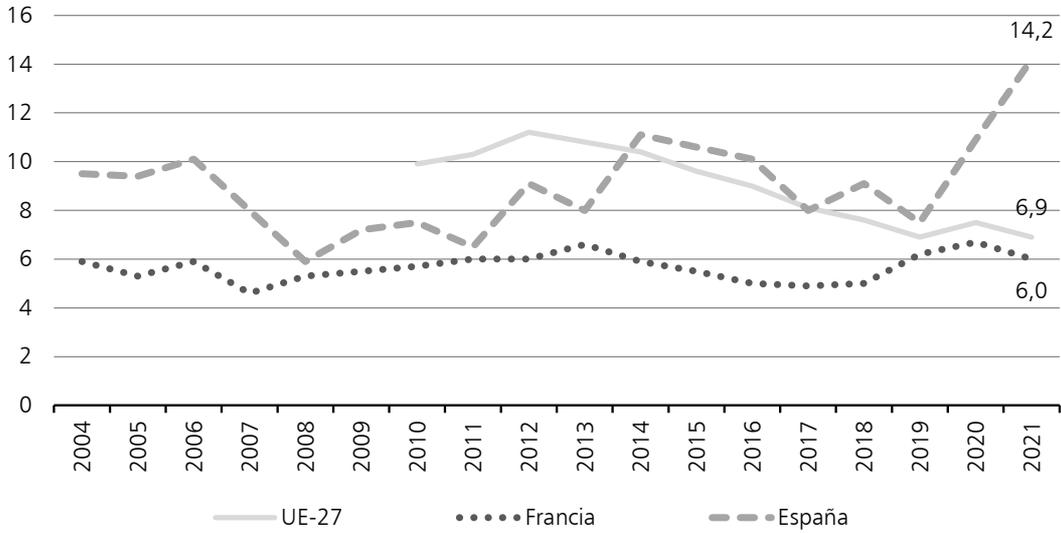
En los gráficos 2 a 4, que recogen la evolución reciente de indicadores subjetivos y objetivos de pobreza energética en España, Francia y la UE-27, se pueden observar ciertos patrones. Los dos principales indicadores subjetivos reflejan un incremento de la pobreza energética tras la crisis financiera de 2008, tanto en España como a escala de la UE. Esta tendencia se revierte alrededor de 2015, año a partir del cual comienza un ligero descenso que se detiene en 2020, a raíz de la pandemia de la COVID-19. Aunque los retrasos en el pago de facturas también han crecido recientemente en Francia, España destaca en cuanto al alza de la incapacidad para mantener el hogar a una temperatura adecuada, llegando a un 14 por ciento de los hogares en 2021. Las cifras españolas son superiores a las de los peores momentos de la crisis de 2008. A pesar de que su temperatura media es más baja, los países más ricos de Europa (en el norte) mantienen este indicador por debajo del 5 por ciento (Noruega, Suiza), mientras que algunos de los países más pobres (en el Este) superan holgadamente el 20 por ciento (Bulgaria, Lituania)⁷. Se trata, por tanto, más de una cuestión económica que climática. La tendencia de estos últimos años es preocupante, y podríamos encontrarnos con nuevos máximos históricos el próximo invierno.

Como es de esperar, la pobreza energética no impacta en todos los estratos de población por igual. En García Álvarez y Tol (2021) se encontró una alta correlación entre los hogares en situación de pobreza energética y los que estaban en riesgo de pobreza monetaria.

⁷ Eurostat, Inability to keep home adequately warm - EU-SILC survey (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211105-1>).

GRÁFICO 2

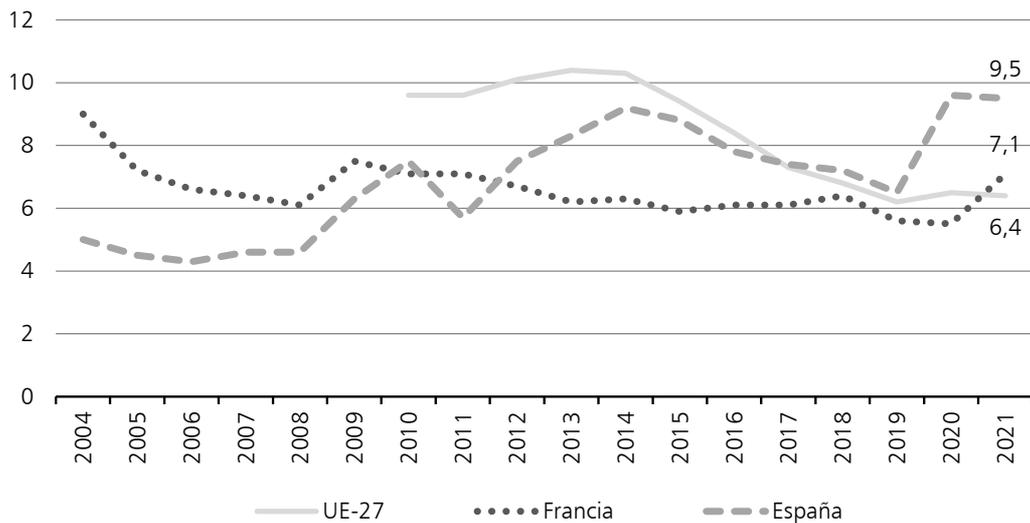
PORCENTAJE DE HOGARES QUE NO PUEDEN PERMITIRSE MANTENER SU VIVIENDA CON UNA TEMPERATURA ADECUADA DURANTE LOS MESES FRÍOS (ESPAÑA, FRANCIA Y UE-27, 2004-2021)



Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat, Inability to keep home adequately warm – EU-SILC survey [ilc_mdcs01].

GRÁFICO 3

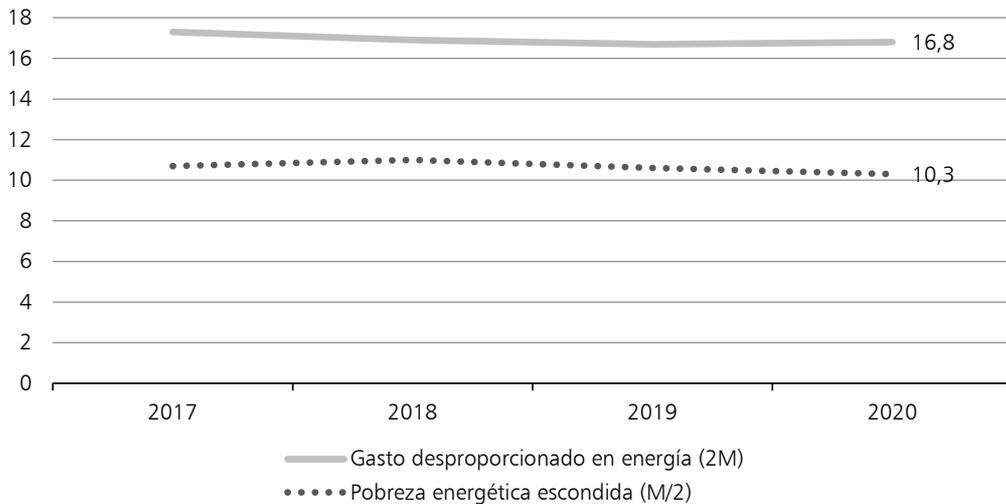
PORCENTAJE DE HOGARES QUE, EN LOS ÚLTIMOS 12 MESES, HAN TENIDO ALGÚN RETRASO EN EL PAGO DE RECIBOS DE AGUA, GAS, CALEFACCIÓN, ELECTRICIDAD, COMUNIDAD, ETCÉTERA (ESPAÑA, FRANCIA Y UE-27, 2004-2021)



Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat, Arrears on utility bills – EU-SILC survey [ilc_mdcs07].

GRÁFICO 4

PORCENTAJE DE HOGARES CON GASTO DESPROPORCIONADO EN ENERGÍA Y POBREZA ENERGÉTICA ESCONDIDA* (ESPAÑA, 2017-2020)



(*). Véase el significado de ambos conceptos en el texto.

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021).

En 2011, un 38 por ciento de estos hogares sufría pobreza energética, cifra que se reducía al 21 por ciento en el resto de los hogares. Según los indicadores subjetivos, los pensionistas sufrían en mayor proporción pobreza energética. Un informe reciente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021) destacó que, entre las viviendas sin calefacción, el porcentaje de hogares con un gasto desproporcionado (2M) en energía alcanzó el 23,3 por ciento en 2020, casi el doble del correspondiente a las viviendas con calefacción (13,1 por ciento). Las diferencias geográficas también pueden ser sustanciales. Ese mismo año, Extremadura (24 por ciento), Murcia (23,9 por ciento), Castilla-La Mancha (23,5 por ciento) y Andalucía (22,9 por ciento) presentaban la mayor incidencia de familias con un gasto desproporcionado en energía, mientras que el País Vasco (8,5 por ciento) y la Comunidad de Madrid (11,6 por ciento) mostraban las menores incidencias. Estos datos vuelven a sugerir que la pobreza energética está principalmente determinada por las capacidades económicas de las familias. Por último, el informe destaca dos tipos de hogar en los que se concentraba la pobreza energética: los formados por personas de 65 años o más que viven solas (28,5 por ciento) y los monoparentales (20,8 por ciento).

3. LAS CONSECUENCIAS DE LA POBREZA ENERGÉTICA

La pobreza energética ocasiona problemas variados a quienes la sufren. Entre ellos se cuentan los problemas respiratorios y cardiovasculares, los impactos negativos en la salud mental, el exceso de mortalidad en invierno, así como también un mayor riesgo de accidentes por utilización de métodos de calefacción poco seguros. Buena parte de esos problemas los causa la falta de condiciones de confort térmico y la aparición de moho y humedades.

Un estudio llevado a cabo recientemente en Barcelona (Oliveras *et al.*, 2021) descubrió que la pobreza energética, estimada a partir de la capacidad de mantener la casa a una temperatura adecuada tanto en invierno como en verano, estaba relacionada con una mayor frecuencia de problemas de salud infantiles, de casos de asma y sobrepeso, y con un mayor deterioro en la salud mental. Algunas de estas consecuencias no son necesariamente específicas de la pobreza energética, sino que también se asocian a la pobreza monetaria. Una reciente

revisión bibliográfica concluye la existencia de una clara asociación entre la pobreza energética (en términos de la temperatura adecuada) con problemas generales de salud, incluida la mental, con dolencias de carácter respiratorio y con una mayor tasa de mortalidad (Ballesteros-Arjona *et al.*, 2022).

De acuerdo con el estudio sobre la pobreza energética de la Asociación de Ciencias Ambientales (ACA), España, con una tasa de mortalidad adicional de invierno relativa (TMAI) promedio del 20 por ciento, se sitúa entre los países de la UE con peores cifras (Tirado Herrero *et al.*, 2018). Ese 20 por ciento equivale a unas 24.000 muertes adicionales cada año. Según la revisión de la Organización Mundial de la Salud sobre Europa, un 30 por ciento de esa mortalidad adicional se debería a unas insuficientes condiciones de climatización en las viviendas. Como indicaba la ACA en otro informe, eso significa que la pobreza energética podría ser responsable en España de unas 7.100 muertes prematuras al año (Tirado Herrero *et al.*, 2016).

4. ¿CÓMO SE PUEDE PALIAR EL CRECIMIENTO DE LA POBREZA ENERGÉTICA?

La amenaza rusa de cortar el suministro de gas natural se concretó el 5 de septiembre de 2022: Rusia decidió mantener cerrado el gasoducto Nord Stream mientras las sanciones a Rusia persistieran. Se estima que el gasto en gas natural de empresas y particulares en la UE pueda crecer hasta 1,4 billones de euros, siete veces más que los 200.000 millones de media en los años anteriores (The Economist, 2022). El alza de precios, combinada con las temperaturas invernales, puede desembocar en una crisis sin precedentes para la sociedad europea.

El impacto ya es de vital importancia a escala europea. Según un informe breve publicado por el Parlamento Europeo, en 2020 alrededor de 36 millones de europeos no habían sido capaces de mantener sus casas a una temperatura adecuada en los meses de invierno (Widuto, 2022). El impacto principal del gas en la factura eléctrica se debe a que los precios de

energía en Europa están condicionados por los costes marginales de los productores, los cuales están ligados al precio del gas natural. Por lo tanto, el incremento en el precio del gas afecta en gran medida a los precios de la electricidad.

En los siguientes apartados se exponen brevemente las políticas españolas contra la pobreza energética hasta el comienzo de esta década y durante la crisis energética que arrancó en 2021.

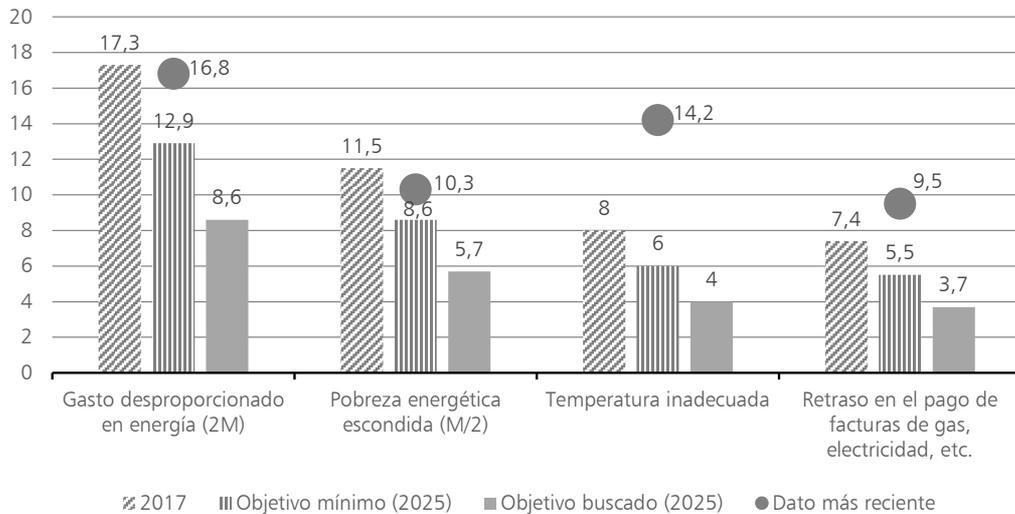
4.1. Las políticas españolas hasta 2020

En España contamos con medidas contra la pobreza energética que se implementan desde hace más de diez años. En 2009 se aprobó el Bono Social de Electricidad (BSE), cuyo objetivo era paliar el impacto de la crisis financiera con un descuento, sufragado por el Estado, que hacía la electricidad más asequible a los hogares vulnerables. El BSE sigue en vigor, aunque los requisitos para solicitarlo y la magnitud del descuento han cambiado. Al principio suponía una reducción del 25 por ciento en el precio de la electricidad a los consumidores con potencia contratada en su primera vivienda inferior a 3 kW, a pensionistas, a personas en situación de desempleo y a familias numerosas (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009). La falta de consideración explícita de la situación económica de los hogares supuso un problema para que se beneficiasen de esta medida los más vulnerables (García Álvarez y Tol, 2021). Muchos hogares con una situación económica precaria no pudieron solicitar el BSE porque no estaban encabezados por pensionistas o desempleados. Además, no todos los hogares potenciales beneficiarios del BSE lo solicitaron porque no sabían de su existencia o ignoraban si cumplían los requisitos.

Ninguno de los estudios sobre el BSE, independientemente de los indicadores de pobreza energética seleccionados, descubrió un impacto positivo en la reducción de la pobreza energética (Cadaval, Regueiro-Ferreira y Calvo, 2022; Bagnoli y Bertoméu-Sánchez, 2022). De hecho, la pobreza energética en España empeoró entre 2005 y 2016, por lo que no fue suficiente para

GRÁFICO 5

PROGRESO EN LOS OBJETIVOS DEL GOBIERNO DE ESPAÑA CONTRA LA POBREZA ENERGÉTICA



(* Los datos más recientes se refieren a 2020 (gasto desproporcionado, pobreza escondida) y a 2021 (temperatura inadecuada, retraso en los pagos).

Fuentes: Elaboración propia con datos de las fuentes citadas en los gráficos 2 a 4 y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2019).

contrarrestar los efectos de la crisis de 2008 (Aristondo y Onaindia, 2018).

Una de las reformas del BSE introdujo la categoría de consumidores vulnerables severos en 2017, que recibirían un descuento del 40 por ciento, en lugar del 25 por ciento, sobre el Precio Voluntario del Pequeño Consumidor (PVPC)⁸. Además, se añadió un componente económico a los requisitos para solicitar el BSE, asociado a los umbrales de renta referenciados al IPREM. Unos meses después, el derecho a percibir los descuentos del bono social por parte de determinados colectivos en situación de vulnerabilidad económica se mejoró (aumentando de un 25 por ciento a un 60 por ciento para los hogares vulnerables, y de un 40 por ciento a un 70 por ciento para los vul-

⁸ Real Decreto 897/2017, de 6 de octubre, por el que se regula la figura del consumidor vulnerable, el bono social y otras medidas de protección para los consumidores domésticos de energía eléctrica. El PVPC es un método implantado por el gobierno de cara a fijar el precio de la luz para todos los clientes del mercado eléctrico regulado, teniendo en cuenta el coste de producción, los peajes de acceso y el coste de comercialización.

nerables severos) y se extendió, primero, hasta el 31 de marzo de 2022, y después, hasta el 31 de diciembre de 2022⁹. En 2019, el gobierno español aprobó la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019). En el documento correspondiente se reconocía la importancia de actuar a través de ayudas a los consumidores y se enfatizaba la necesidad de mejorar los indicadores y los mecanismos de subsidio. Entre las propuestas, se habla de un BSE totalmente automatizado.

A la luz de los últimos datos disponibles (correspondientes a 2020 y 2021), las medidas adoptadas hasta la crisis energética de 2022 no han sido suficientes. El gráfico 5 resume los objetivos que el gobierno de España estableció en la Estrategia Nacional de 2019, comparándolos con la evolución real de esos indicadores. Se comprueba que en los años previos al esta-

⁹ Real Decreto Ley 23/2021, de 26 de octubre, de medidas urgentes en materia de energía para la protección de los consumidores y la introducción de transparencia en los mercados mayorista y minorista de electricidad y gas natural.

lido de la crisis energética no solo no se redujo la pobreza energética lo suficiente, si no que en dos de los tres indicadores la situación empeoró respecto a 2017. Es importante tener en cuenta que las dos grandes crisis recientes, la pandemia del COVID-19 y la invasión de Ucrania, han sucedido después de que se publicase la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética.

4.2. Las políticas españolas ante la crisis energética actual

Con respecto a la crisis energética actual, las medidas adoptadas por los gobiernos europeos han sido muy dispares y poco coordina-

das entre sí. Mientras que algunos han optado por proteger a los consumidores imponiendo límites superiores a los precios minoristas de la electricidad, otros han reducido los impuestos a la producción y al consumo de electricidad. En cualquier caso, el problema principal de abaratar la electricidad es que puede ocasionar un aumento de la demanda, algo que, en las circunstancias actuales, parece contradecir los fines perseguidos por los gobiernos europeos. Alemania, que no ha impuesto límites a los precios, ha reducido un 10 por ciento su consumo de gas natural en la primera mitad de 2022 en comparación con el periodo equivalente de 2021.

En los últimos doce meses (desde septiembre de 2021) se han aplicado siete medidas principales en España, que suponen un desem-

CUADRO 1

MEDIDAS ADOPTADAS POR EL GOBIERNO ESPAÑOL EN EL BIENIO 2021/2022 PARA PALIAR LOS EFECTOS DEL AUMENTO DE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA

<i>Medida</i>	<i>Presupuesto (millones de euros)</i>	<i>Objetivos</i>
Real Decreto Ley (17/2021)	2.600	Se adoptan medidas urgentes en el ámbito de la energía: ajuste temporal de costes de producción para la reducción del precio de la electricidad en el mercado mayorista.
Bono Social Térmico	100	Ayuda directa a consumidores vulnerables destinada a compensar los gastos de suministro de energía para los usos térmicos.
Plan de respuesta nacional	16.000	Reducción del precio del gas y electricidad para ayudar a los más vulnerables, garantizar suministro energético e inversión en eficiencia energética.
Descuento de 20 céntimos por litro de gasolina o diésel	1.400	Descuento directo de 20 céntimos por litro de combustible para todos los consumidores desde el 1 de abril de 2022.
Reducción de los costes de producción de centrales energéticas	6.300	Reducir los costes de producción para regular los precios del mercado eléctrico. Límite al precio del gas.
Real Decreto Ley 11/2022	5.500	Protección frente a los precios energéticos, incremento del Ingreso Mínimo Vital y extensión del descuento del BSE.
Reducción del impuesto especial sobre la electricidad	3.600	Rebaja del impuesto de la electricidad del 10 por ciento al 5 por ciento hasta el 31 de diciembre de 2022.

Fuente: Elaboración propia con datos de Sgaravatti, Tagliapietra y Zachmann (2022).

bolso estimado de 35.500 millones de euros y la colocan en la quinta posición de la UE según el gasto (en porcentaje del PIB) dedicado en respuesta al aumento de los precios de la electricidad desde 2021 (Sgaravatti, Tagliapietra y Zachmann, 2022). Solo presentan cifras superiores Grecia, Lituania, Italia y la República Checa. Las medidas adoptadas en España se recogen en el cuadro 1.

En un estudio publicado en mayo de 2022 se revisan los planes de choque implementados por España, Francia, Italia y Alemania, atendiendo a cuatro objetivos: eficiencia energética, compensación a hogares y empresas vulnerables, reforma del mecanismo de precios de la electricidad y reducciones de los impuestos sobre la energía (Torres, 2022). Las políticas de compensación centradas en los hogares vulnerables se destacan como las más efectivas desde el punto de vista de la cohesión social. Sin embargo, estas no incentivan el necesario ajuste estructural del sistema energético español (disminución de la demanda, reducción de la dependencia de combustibles fósiles, autosuficiencia mediante energías renovables, etc.) ni combaten la inflación. Por su parte, los programas de inversión en renovables solo tendrán impacto en la seguridad e independencia energética a medio o largo plazo, aunque el estudio los considera esenciales para lograr ambos objetivos en el futuro.

5. CONCLUSIONES

Es evidente que la crisis energética que padecemos desde hace un año ha acrecentado el preexistente problema de la pobreza energética en España. Las medidas adoptadas en España antes de la crisis, como el BSE, que pretendían reducir el coste del consumo de energía para los hogares más vulnerables, no han tenido los resultados deseados, bien por problemas de diseño, bien porque han sido insuficientes ante la intensidad del aumento de los precios de la energía.

La pobreza energética en España ha aumentado en los últimos años, y quizá esté aumentando todavía. En 2021, un 14 por ciento

de los hogares no podían mantener una temperatura adecuada, porcentaje que dobla la media de la UE (7 por ciento). Además, la probable tendencia al alza no parece que vaya a revertirse pronto. Las medidas adoptadas en 2021 y 2022 pueden paliar los incrementos en el coste de la electricidad para los consumidores, pero no son soluciones viables a largo plazo, pues sus costes son exorbitados. Las medidas actuales solo se centran en el corto plazo y no combaten el proceso inflacionista. Es evidente que las medidas de compensación a hogares o sectores vulnerables, pero requieren de un diseño eficaz para que surtan efecto. Por tanto, aprender de los problemas de aplicación de medidas como el BSE es imperativo.

Proteger a las empresas más perjudicadas también debe ser una prioridad de los gobiernos, evitando así el cierre de las empresas más dependientes del uso de energía y cuya rentabilidad se verá especialmente afectada en una situación excepcional. El efecto dominó de ese cierre podría, además, aumentar el desempleo y la precariedad, deteriorando la competitividad de la economía española.

Como propuesta de investigación para el futuro, sería muy interesante comprobar si hay un número suficiente de estudios sobre la pobreza energética como para llevar a cabo un metaanálisis sobre el impacto de cada tipo de medida en los indicadores de pobreza energética. Es de esperar que el número de análisis sobre esta materia aumente mucho en los próximos meses, mientras los gobiernos europeos buscan la manera más eficaz de afrontar una crisis que puede dañar la cohesión social en un clima político muy tenso e inestable desde la crisis financiera de 2008.

Para concluir, la transición energética y las inversiones en energías renovables no deben detenerse. Deben asimismo buscarse fuentes alternativas más allá del gas ruso para el corto plazo, ya sea importando de otros países o a través de la energía nuclear. A su vez, es fundamental mantener los mecanismos de mercado para incentivar la inversión en innovación y almacenamiento de energía. Sin embargo, la prioridad actual debe ser que las familias sufran lo menos posible mientras la crisis energética se mantiene.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, E. M. *et al.* (2020). La pobreza energética en España. En: A. BLANCO, A. CHUECA, J. A. LÓPEZ-RUIZ y S. MORA (Eds.), *Informe España 2019* (pp. 174-222). Madrid: Universidad Pontificia Comillas, Cátedra J. M. Martín Patino.

ARISTONDO, O. y ONAINDIA, E. (2018). Inequality of energy poverty between groups in Spain. *Energy*, 153, pp. 431-442.

BAGNOLI, L. y BERTOMÉU-SÁNCHEZ, S. (2022). How effective has the electricity social rate been in reducing energy poverty in Spain. *Energy Economics*, 106, 105792.

BALLESTEROS-ARJONA, V. *et al.* (2022). What are the effects of energy poverty and interventions to ameliorate it on people's health and well-being?: A scoping review with an equity lens. *Energy Research & Social Science*, 87, 102456.

CADAVAL, M., REGUEIRO-FERREIRA, R. y CALVO, S. (2022). The role of the public sector in the mitigation of fuel poverty in Spain (2008–2019): Modelling the contribution of the *Bono Social de Electricidad*. *Energy*, 258, 124717.

COMISIÓN EUROPEA. (2020). Shedding light on energy in the EU: From where do we import energy? <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>. Consultado el 14 de septiembre de 2022.

COMISIÓN EUROPEA. (2022). ¿Cómo puede la UE ayudar a las personas afectadas por la pobreza energética? <https://ec.europa.eu/info/news/focus-how-can-eu-help-those-touched-energy-poverty-2022-feb-04-es>

DEPARTMENT FOR BUSINESS, ENERGY & INDUSTRIAL STRATEGY. (2020). *Fuel poverty methodology handbook (Low Income High Costs)*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/966521/Fuel_Poverty_Methodology_Handbook_2020_LIHC.pdf

GARCÍA ALVAREZ, G. y TOL, R. S. J. (2021). The impact of the *Bono Social de Electricidad*

on energy poverty in Spain. *Energy Economics*, 103, 105554.

HABITAT FOR HUMANITY. (S. F.). Energy poverty: Effects on development, society, and environment. <https://www.habitat.org/emea/about/what-we-do/residential-energy-efficiency-households/energy-poverty>

HILLS, J. (2012). *Getting the measure of fuel poverty. Final report of the Fuel Poverty Review*. Londres: Centre for Analysis of Social Exclusion.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). (2021). *World energy outlook 2021*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). (2022). *World energy investment 2022*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b0beda65-8a1d-46ae-87a2-f95947ec2714/WorldEnergyInvestment2022.pdf>

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. (2009). Resolución de 26 de junio de 2009, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se determina el procedimiento de puesta en marcha del bono social. *Boletín Oficial del Estado*, 156, 29 de junio de 2009.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. (2019). *Estrategia nacional contra la pobreza energética*. https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategianacionalcontralapobrezaenergetica2019-2024_tcm30-496282.pdf

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (2021). *Actualización de indicadores de la estrategia nacional contra la pobreza energética*. https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-pobreza-energetica/actualizacionindicadorespobrezaenergetica2021_tcm30-534743.pdf

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (2022). Bono Social de Electricidad. <https://www.bonosocial.gob.es/>

NACIONES UNIDAS. (2020). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://>

digitallibrary.un.org/record/3887571/files/SDGSpanish.pdf

OLIVERAS, L. *et al.* (2021). The association of energy poverty with health and wellbeing in children in a Mediterranean city. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5961. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115961>

PACCE, M., SÁNCHEZ, I. y SUÁREZ-VARELA, M. (2021). El papel del coste de los derechos de emisión de CO₂ y del encarecimiento del gas en la evolución reciente de los precios minoristas de la electricidad en España. *Banco de España. Documentos ocasionales*, 2120.

SGARAVATTI, G., TAGLIAPIETRA, S. y ZACHMANN, G. (2022). National policies to shield consumers from rising energy. *Bruegel*. <https://www.bruegel.org/dataset/national-policies-shield-consumers-rising-energy-prices>. Consultado el 1 de octubre de 2022.

THE ECONOMIST. (2022). How to deal with Europe's energy crisis. *The Economist*. <https://www.economist.com/leaders/2022/09/08/how-to-deal-with-europes-energy-crisis>

THEMA, J. y VONDUNG, F. (2020). *EPOV indicator dashboard: Methodology guidebook*. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

THOMSON, H., BOUZAROVSKI, S. y SNELL, C. (2017). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor and Built Environment*, 26(7), pp. 879-901.

TIRADO HERRERO, S. *et al.* (2016). *Pobreza, vulnerabilidad y desigualdad energética. Nuevos enfoques de análisis*. Madrid: Asociación de Ciencias Ambientales.

TIRADO HERRERO, S., JIMÉNEZ MENESES, L., LÓPEZ FERNÁNDEZ, J. L. e IRIGOYEN HIDALGO, V. M. (2018). *Pobreza energética en España 2018. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatales*. Madrid: Asociación de Ciencias Ambientales.

TORRES, R. (2022). Crisis energética: las respuestas de Alemania, España, Francia e Italia.

Cuadernos de Información Económica, 288, pp. 11-18.

WIDUTO, A. (2022). Energy poverty in the EU. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733583/EPRS_BRI\(2022\)733583_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733583/EPRS_BRI(2022)733583_EN.pdf)

WORLD BANK. (2020). Access to electricity (% of population) – European Union. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=EU>

La geopolítica del hidrógeno renovable en España: implicaciones internacionales y reconfiguración regional

GONZALO ESCRIBANO* E IGNACIO URBASOS**

RESUMEN

El hidrógeno renovable está cobrando un protagonismo creciente en la Unión Europea, primero como palanca de la recuperación verde tras la pandemia de la COVID-19 en el marco del Fit-for-55, y ahora como parte de la estrategia de desacoplamiento energético de Rusia. El desarrollo del hidrógeno renovable en España tendrá implicaciones para su política exterior y posicionamiento dentro del espacio energético europeo y mediterráneo. Sin embargo, el carácter eminentemente regional de su desarrollo temprano otorga una gran capacidad de iniciativa a las comunidades autónomas, cuyas estrategias y planes industriales tienen el potencial de reconfigurar también el mapa energético peninsular.

1. INTRODUCCIÓN

El hidrógeno renovable¹ está cobrando un protagonismo creciente en la Unión Europea

* UNED y Real Instituto Elcano (gescribano@cee.uned.es).

** Real Instituto Elcano (iurbasos@rielcano.org).

¹ El hidrógeno es un gas incoloro, inflamable e inodoro. A pesar de que sus moléculas son indistinguibles, para definir su intensidad en gases de efecto invernadero se han empleado principalmente dos tipos de nomencla-

(UE), primero como palanca de la recuperación verde tras la pandemia de la COVID-19 en el marco del Fit-for-55² y, posteriormente, como parte de la estrategia de desacoplamiento energético de Rusia propuesta en el plan REPowerEU³. La madurez de las energías renovables y la creciente disponibilidad tecnológica de los electrolizadores generan la expectativa de que en esta ocasión el hidrógeno verde no asista a una nueva burbuja (Van de Graaf *et al.*, 2020). La necesidad de diversificar y sustituir

turas. Por un lado, la escala de colores del hidrógeno. Destacan el hidrógeno verde, producido mediante la electrolisis del agua con una fuente renovable; el hidrógeno azul, producido a partir de reformado de metano y empleando captura de carbono; y el hidrógeno gris, que se produce empleando reformado de metano o carbón por el método tradicional. Hay otros colores para el hidrógeno de origen nuclear (rosa), el hidrógeno producido a partir de pirólisis del metal fundido (turquesa) o para el que se encuentra como tal en la naturaleza (blanco). También se clasifica el hidrógeno en función de su intensidad en gases de efecto invernadero emitidos al producirlo, existiendo el hidrógeno convencional o fósil y el hidrógeno descarbonizado. Este artículo se refiere a hidrógeno verde o al renovable de forma intercambiable, pero usa el término de hidrógeno descarbonizado para referirse a todas las formas de producción bajas en emisiones (verde, azul y rosa).

² El Fit-for-55 tiene por objeto adaptar la legislación de la UE al objetivo de conseguir reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 55 por ciento a la altura de 2030.

³ REPowerEU es el plan de la Comisión Europea para independizar a Europa de los combustibles fósiles rusos mucho antes de 2030, como respuesta ante la invasión rusa de Ucrania.

las importaciones de gas es el vector de impulsión geopolítico más fuerte para el hidrógeno verde (Escribano, 2021). Aunque es probable que, al principio, la producción de hidrógeno descarbonizado se desarrolle de forma aislada cerca de los centros de consumo, a largo plazo pueden surgir elementos de comercio regional y, más adelante, transfronterizo que refleje los diferenciales de costes de producción y la disponibilidad tecnoeconómica para su transporte (Giuli, 2022).

El hidrógeno renovable es considerado como la pieza final en el complejo puzzle de la transición energética (IRENA, 2022a). Producido mediante la electrolisis del agua con energías renovables, el hidrógeno verde tiene la capacidad de descarbonizar buena parte de los procesos productivos no electrificables, tales como la siderurgia, la petroquímica, el refinado de petróleo, los procesos caloríficos intensivos, la producción de combustibles sintéticos o el transporte pesado. Su producción y aplicación masiva se ha vuelto indispensable para alcanzar los objetivos climáticos del Acuerdo de París, generando una nueva carrera del hidrógeno plasmada en los múltiples planes nacionales publicados desde 2020, que pretenden impulsar la innovación, la producción y la aplicación final del hidrógeno descarbonizado (IRENA, 2022b).

A medio plazo se espera que el hidrógeno renovable compita con el producido por el método tradicional de reformado de vapor de metano, al que se añadiría la captura de carbono, reduciendo hasta un 95 por ciento sus emisiones de gases de efecto invernadero (IEA, 2021a). A largo plazo se espera que, por el potencial en reducción de costes y la capacidad de reducir emisiones, el hidrógeno renovable sea la senda dominante a nivel global, con una penetración temprana destacada en la UE. Por ello, la geopolítica del hidrógeno probablemente se desarrolle en diferentes etapas. La década de 2020 podría ser la de la carrera por el liderazgo tecnológico, con caídas significativas de costes y un rápido despliegue de la infraestructura necesaria para su uso alrededor de valles o *clusters* de carácter regional. Se espera que, para finales de 2030, la producción y la demanda de hidrógeno crezcan considerablemente, generando países autosuficientes, importadores y exportadores, y propiciando que el comercio internacional de hidrógeno y

sus derivados crezca significativamente a través de las rutas comerciales ya establecidas (Ram et al., 2020). La década de los cuarenta estaría marcada por la consolidación tecnológica, la intensificación del comercio internacional y la incorporación de los países en desarrollo como productores y consumidores (IEA, 2021a).

En España, la publicación en 2020 de la *Hoja de ruta del hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable* (MITERD, 2020a) ha puesto las bases para su desarrollo, estableciendo preferencias tecnológicas (hidrógeno producido mediante electrolisis con electricidad de origen renovable) y objetivos (4 GW de capacidad instalada de electrolizadores en 2030 y el 25 por ciento del consumo industrial de hidrógeno de origen renovable). El desarrollo del hidrógeno renovable en España tendrá implicaciones para la política exterior y el posicionamiento en el espacio energético europeo y mediterráneo. Pero dado el carácter eminentemente regional de su desarrollo temprano y la capacidad de iniciativa de las comunidades autónomas, que están desarrollando sus propias estrategias y planes industriales, el hidrógeno verde puede también reconfigurar el mapa energético peninsular, tal y como ocurrió con las energías renovables. Uno de los elementos clave de este desarrollo regional es la formación de alianzas y asociaciones regionales para la creación de corredores y valles de hidrógeno que aglutinan a varias comunidades autónomas o regiones europeas. Un modelo cooperativo de desarrollo regional del hidrógeno puede contribuir a desbloquear la integración energética española con su vecindario inmediato, ayudando a superar algunas de las barreras geopolíticas y geoeconómicas que afectan a las relaciones entre naciones.

Este artículo aborda el impacto que el desarrollo del hidrógeno renovable tendrá para España en el marco del nuevo mapa energético europeo y mediterráneo. Primero, se exponen los elementos básicos de la geopolítica del hidrógeno renovable, para analizar a continuación su papel en el posicionamiento energético exterior de España y su dimensión regional, abarcando desde las diferentes estrategias europeas y nacionales hasta los planes de las comunidades autónomas y la emergencia de nuevos corredores energéticos asociados a todo ello. El último apartado resume la discusión y concluye con unas consideraciones finales.

2. UNA GEOPOLÍTICA A MEDIO CAMINO ENTRE LA DE LOS HIDROCARBUROS Y LA DE LA ELECTRICIDAD

La dimensión estratégica de la energía y de la producción industrial hacen del hidrógeno renovable un combustible susceptible de incorporar un alto contenido geopolítico. No obstante, es probable que las limitaciones técnicas y económicas para su transporte se impongan en la geografía de su comercio, favoreciendo una regionalización abierta con un alto grado de autosuficiencia y la mayor parte de la producción localizada cerca de los centros de consumo. La aparición de rutas comerciales o corredores de larga distancia reflejará grandes diferencias de costes y de disponibilidad de este recurso renovable, permitiendo *ship sunshine* o transporte del recurso renovable hacia regiones deficitarias (Johnston *et al.*, 2022). Se espera que el hidrógeno se transporte principalmente por gasoducto, aprovechando buena parte de la infraestructura gasista existente, o, a larga distancia, en barco, en la forma de amoniaco, metanol, hidrógeno líquido o como parte de un portador orgánico. Todas estas formas de transporte tienen que resolver numerosos desafíos técnicos y económicos, y, salvo el transporte por tubería, se encuentran en una fase muy temprana de su desarrollo (Núñez-Jiménez y De Blasio, 2022).

Puesto que el hidrógeno es un negocio de conversión y no de extracción, tiene el potencial de producirse de forma competitiva en muchos lugares, a diferencia de los hidrocarburos, cuya disponibilidad depende de la geología del subsuelo. Por ello, se espera que el negocio del hidrógeno sea más competitivo y menos lucrativo que el de petróleo y el gas (IRENA, 2022a). Además, la abundante disponibilidad del hidrógeno como manufactura, en contraposición a la distribución determinada geográficamente de los recursos extractivos fósiles, reduce la capacidad que tienen los exportadores para instrumentalizar geopolíticamente el hidrógeno. Los países importadores de hidrógeno contarán con cierta resiliencia geopolítica al poder incrementar la producción doméstica de hidrógeno renovable o fósil de forma relativamente sencilla como respuesta ante *shocks* de suministro (Pflugmann y De Blasio, 2020).

El desarrollo del comercio internacional de hidrógeno será progresivo y contará, como en

los primeros años del mercado de Gas Natural Licuado (GNL), con un marcado carácter bilateral entre importadores y exportadores. Ese patrón de interdependencia involucrará a las empresas, la tecnología y la financiación de los importadores como herramientas de equilibrio geopolítico frente a los productores, configurando un nuevo tipo de diplomacia energética del hidrógeno. Este tipo de acuerdos bilaterales ya existentes entre países desarrollados y países del Sur Global expone los riesgos de un nuevo tipo de colonialismo energético, que deberá limitarse estableciendo estrictos marcos de adicionalidad renovable e hídrica⁴, lo que podría dotar de un marco normativo multilateral al comercio internacional de hidrógeno o, en su ausencia, conducir a la fragmentación del mercado.

La producción de hidrógeno contará con elementos de proteccionismo y barreras de entrada como el CBAM⁵, pudiendo establecerse mercados separados en función de la intensidad en carbono del combustible, además de estándares medioambientales y probablemente de gobernanza, propuestos por algunas democracias importadoras. Esto podría determinar los flujos comerciales de hidrógeno más allá de los elementos puramente tecnoeconómicos propios de un mercado de materias primas globalizado. Además, los beneficios de la economía del hidrógeno no residirán únicamente en su producción, sino en el ecosistema tecnológico asociado y, sobre todo, en la integración en la cadena de valor industrial. Los países con menores costes de producción de este combustible podrán atraer actividades industriales intensivas en hidrógeno, pudiendo reconfigurar la geografía de la producción industrial global de acero y fertilizantes si ofrecen garantías de estabilidad política y económica⁶.

⁴ Los criterios de adicionalidad renovable implican que la planta de energía renovable empleada para la producción de hidrógeno debe ser “nueva” o “adicional” al sistema eléctrico existente. En el caso de la adicionalidad hídrica, se trata de evitar que el consumo de recursos hídricos para la producción de hidrógeno compita con los ya existentes en consumo residencial, industrial o agrícola.

⁵ El Carbon Border Adjustment Mechanism, o Ajuste de Carbono en Frontera, es el arancel diseñado por la UE para productos con riesgo de generar “fugas de carbono” o deslocalización industrial por el gravamen a las emisiones de gases de efecto invernadero. Su entrada en vigor está prevista para 2026 y se aplicará a varios productos intensivos en energía, entre ellos, el hidrógeno y el amoniaco.

⁶ Esta transformación, que, de producirse, tendrá mayores implicaciones geo-económicas que la de los propios flujos del hidrógeno, excede, no obstante, el objeto de este análisis.

Desde el punto de vista de los mercados de materias primas, el desarrollo de una economía del hidrógeno sustentará la creciente demanda de níquel y circonio para su uso en electrolizadores y de metales del grupo del platino para las pilas de combustible (IEA, 2021a). Dado que el hidrógeno provocará un mayor despliegue de las tecnologías renovables, como la solar y la eólica, y que irá de la mano del desarrollo de nuevas líneas eléctricas y la instalación de baterías, también aumentará la demanda de los minerales de transición (IEA, 2021b). El hidrógeno renovable generará asimismo nuevas dependencias tecnológicas asimétricas entre líderes e importadores tecnológicos, siendo los electrolizadores y las pilas de combustible los elementos más relevantes de la cadena de valor del hidrógeno: aunque la industria de los electrolizadores sigue hoy dominada por compañías europeas, la de las pilas de combustible lo está por empresas asiáticas (IRENA, 2022a).

En definitiva, la geopolítica del hidrógeno regionalizará las relaciones energéticas, intensificando la creación de nodos comerciales que en muchas geografías replicarán el comercio actual de gas natural, fruto de la infraestructura de transporte disponible por gasoducto, o los intercambios de electricidad desde las regiones excedentarias a las deficitarias. El hidrógeno descarbonizado no reconfigurará por completo el mapa geopolítico de la energía, sino que lo transformará, partiendo de una trayectoria geopolítica dependiente de la senda fósil (Escribano, 2021). La geopolítica del hidrógeno se enmarca en la de la transición energética y la descarbonización de la economía, que hará que la competencia energética internacional bascule del control de los recursos físicos al desarrollo de la tecnología y la posesión de los derechos de propiedad intelectual, sin ignorar la ventaja comparativa que ofrecen los recursos renovables (Overland, 2019).

3. ESPAÑA EN EL NUEVO MAPA ENERGÉTICO DEL HIDRÓGENO: UNA ISLA CON VOCACIÓN DE HUB

3.1. El hidrógeno en España en la década 2022-2030

En España, el potencial económico del hidrógeno verde ha sido acogido con cierto

entusiasmo por el gobierno nacional, las administraciones regionales, el sector privado y, hasta cierto punto, la sociedad civil. El desarrollo de una economía del hidrógeno se percibe principalmente como una herramienta de desarrollo industrial y de diversificación económica, además de una forma de avanzar en la descarbonización y la autonomía estratégica energética, y así queda plasmado como componente destacable entre los proyectos presentados por España en el contexto del programa *Next Generation* de la UE (Escribano, 2021). Aunque la estrategia española a largo plazo contempla la exportación de los excedentes de hidrógeno verde nacional, las estrategias públicas e industriales a corto y medio plazo se centran en la creación de valles o *clusters* de hidrógeno que concentren la producción y el consumo, atrayendo la actividad económica asociada a este combustible. Esta estrategia es coherente con la realidad de la conectividad energética española, integrada con Portugal, con la que forma un espacio energético peninsular único, pero con pocas conexiones con el resto de Europa.

España cuenta con uno de los precios del hidrógeno renovable más competitivos de la UE gracias a la posibilidad de desarrollar proyectos que hibriden generación eléctrica solar y eólica, a la disponibilidad de terreno y a la experiencia en el desarrollo de proyectos renovables (Agora Energiewende y AFRY, 2021). En la actualidad, España produce y consume aproximadamente 500.000 toneladas de hidrógeno al año para usos casi exclusivamente industriales: el 70 por ciento en refinerías, y el 25 por ciento en industrias químicas. La *Hoja de ruta del hidrógeno* establece el objetivo de haber alcanzado en 2030, al menos, un 25 por ciento de hidrógeno renovable sobre el total de hidrógeno utilizado en aplicaciones industriales, ya sea como materia prima o con fines energético-calóricos, lo que generará una base de demanda para su incipiente industria. Igualmente, se espera que el hidrógeno renovable alcance usos no convencionales para el final de la década en la siderurgia, el transporte pesado, los fueles sintéticos y los procesos de alto poder calorífico en industrias clave como la azulejera o la cementera. Esta demanda permitirá el desarrollo de proyectos a escala de cientos de megavatios (MW), apoyando una también incipiente industria manufacturera de electrolizadores y desarrolladores de proyectos, así como una primera red local de hidroductos (conducciones de hidrógeno).

Por el lado de la oferta, los objetivos de instalar una potencia de 4 GW de electrolizadores para 2030 dejarían una producción nacional de cerca de 300.000 toneladas de hidrógeno renovable al año⁷, lo que permitiría cumplir con los objetivos establecidos para la industria existente, su expansión a la siderurgia y su uso progresivo en el transporte pesado y los fueles sintéticos. En el corto plazo, España propone un ambicioso proyecto para el desarrollo de hidrógeno renovable en el marco de los objetivos europeos de descarbonización, pero que, al igual que ocurre con otros países europeos, sigue un doble enfoque, doméstico y de desarrollo industrial.

A pesar del enfoque eminentemente nacional de la *Hoja de ruta del hidrógeno*, la estrategia también contempla promover la cooperación internacional, priorizando la dimensión europea para alcanzar en el futuro próximo un “comercio transfronterizo sin restricciones” de hidrógeno descarbonizado (Escribano, 2021). Como parte de la contribución española a la seguridad energética europea tras la invasión rusa de Ucrania, desde el gobierno se ha elaborado una estrategia diplomática con el vecindario inmediato orientada a posicionar a España en el mapa europeo del hidrógeno, la cual se irá configurando conforme se cumplan los distintos hitos de las estrategias regionales, nacionales y europea a lo largo de la próxima década.

En noviembre de 2020 España firmó con Italia su primer acuerdo de cooperación bilateral relacionado con el hidrógeno, en un contexto de máximo entendimiento entre Roma y Madrid tras la provisión de los fondos *Next Generation EU* y la celebración de la XIX Cumbre Hispano-Italiana (Bonisconi, 2021). En octubre de 2021, España y Portugal sellaron un acuerdo de cooperación en el marco de los planes de recuperación y resiliencia que incluía, entre los cuatro grandes pilares de actuación prioritarios, la transición ecológica y las energías renovables, con especial protagonismo para el hidrógeno verde. En abril de 2021 se celebró la I Cumbre Franco-Española del Hidrógeno, con la participación de empresas del sector y de las instituciones más relevan-

⁷ Estimaciones realizadas por los autores a partir de proyectos europeos actuales, como, por ejemplo, *A One-GigaWatt Green-Hydrogen Plant*, del Hydrohub Innovation Program, y de la demanda actual en España, obtenida de Fuel Cells and Hydrogen Observatory (2022).

tes, sin acuerdos de cooperación bilateral, pero sí con expresiones de interés del sector privado a ambos lados de los Pirineos. Estos acuerdos y encuentros han priorizado la cooperación técnica, industrial y política sobre los compromisos de comercio de hidrógeno en el futuro, en claro contraste con los firmados por importadores como Alemania, Países Bajos o Japón, con países que aspiran a convertirse en exportadores de hidrógeno, tales como Marruecos, Chile, Portugal o Canadá.

3.2. Hidrógeno y posicionamiento ibérico en un mapa energético europeo descarbonizado

La Península Ibérica está llamada a desempeñar un papel relevante en la configuración del espacio energético europeo y mediterráneo descarbonizado, que, a su vez, incorpora un papel destacado para el hidrógeno. La competitividad del hidrógeno renovable español y del portugués, sumada al potencial para producir excedentes destinados a la exportación, ha generado expectativas sobre la creación de un corredor Península Ibérica – Centroeuropa que aproveche el diferencial de precios y suministre hidrógeno competitivo a las industrias ubicadas en regiones deficitarias, principalmente en los Países Bajos y Alemania (Agora Energiewende y AFRY, 2021). Sin embargo, las ambiciones de Francia de alcanzar la autosuficiencia en hidrógeno a partir de energía renovable y nuclear, y su falta de incentivos para facilitar la integración energética española a través de los Pirineos, hacen temer que se reproduzca la situación actual de escasez de interconexiones de gas y electricidad. España dispone de una capacidad de regasificación de GNL que no puede utilizar para contribuir a la seguridad energética europea por la falta de una interconexión suficiente con Francia y de su prolongación hacia el resto de Europa. Esta situación dificultaría el tránsito de hidrógeno a través de gasoductos readaptados o de nuevas infraestructuras específicamente diseñadas para este fin, teniendo en cuenta las insuficientes interconexiones de gas a través de los Pirineos (Escribano, 2021).

Además, si no se desarrolla una red europea de hidroductos, España corre el riesgo de

perder la ventaja competitiva generada por su proximidad geográfica a los mercados de importación europeos. Considerando las posibilidades de transporte de hidrógeno desde España a Europa, la distancia de 1.500-3.000 kilómetros parece estar cerca de un supuesto punto de equilibrio entre el transporte por tubería y el transporte marítimo de amoníaco, metanol o hidrógeno líquido desde otras partes del mundo (Núñez-Jiménez y De Blasio, 2022). Si el mercado europeo de hidrógeno se articula en torno al transporte por barco, los principales costes estarían en la transformación en amoníaco, metanol o hidrógeno líquido en los puertos, y no en el coste adicional por kilómetro. Esta situación podría afectar a las ambiciones exportadoras de España a largo plazo, ya que productores con bajos costes renovables, pero alejados geográficamente de Europa, podrían competir y ofrecer hidrógeno a un precio similar o inferior. Por ello, la diplomacia del hidrógeno española se ha centrado en asegurar un mercado europeo integrado, centrando la cooperación con su vecindario inmediato con el objetivo de incrementar las escasas interconexiones energéticas de la Península Ibérica con el resto de Europa.

Ese aislamiento contrasta con el alto grado de integración que España y Portugal han alcanzado en las últimas dos décadas en electricidad, con el MIBEL (Mercado Ibérico de la Electricidad), y, en menor medida, en el del gas, con el MIBGAS (Mercado Ibérico del Gas) (Rivero, 2010; Morán Blanco, 2019). Esto ha proporcionado una estructura de mercado bien desarrollada para el comercio de energía que facilitaría una mayor coordinación entre los sectores implicados en la futura creación de una cadena de valor del hidrógeno a escala peninsular. La estrategia de hidrógeno de Portugal pretende que en 2030 estén instalados 2 GW de capacidad de electrolisis y, en ausencia de grandes consumidores domésticos, proyecta mercados de exportación como los Países Bajos, con quienes ha firmado un acuerdo de colaboración para explorar la exportación de hidrógeno descarbonizado desde el *cluster* de hidrógeno de Sines hasta el puerto de Rotterdam. El futuro de las exportaciones portuguesas de hidrógeno renovable pasará necesariamente por el grado de integración peninsular en el mercado europeo de hidrógeno por gasoducto. En ausencia de conexiones suficientes a través de los Pirineos, Portugal utilizará principalmente la vía marítima para las exportaciones, aun a riesgo de

perder buena parte de su ventaja competitiva por los altos costes asociados (Núñez-Jiménez y De Blasio, 2022).

La integración peninsular con el resto de Europa pasa necesariamente por Francia, cuya falta de interés por mejorar las conexiones españolas ha generado recelo al sur de los Pirineos, pero también en potenciales importadores como Alemania. Actualmente, la ratio de interconexión eléctrica de España es inferior al 5 por ciento de la capacidad de generación instalada en el sistema eléctrico, de manera que en 2020 España fue el único país no insular de la UE por debajo del objetivo del 10 por ciento (MITERD, 2020b). De forma similar, la conexión gasista es a todas luces insuficiente, impidiendo aprovechar la flota española de terminales de GNL como fuente de diversificación en el suministro de gas natural europeo.

Los gestores de la red de gas de Francia (Teréga y GRTgaz) y España (Enagas) están colaborando intensamente para diseñar un corredor transfronterizo de hidrógeno denominado *Green Crane Initiative*. Esta iniciativa, candidata a Proyecto Importante de Interés Común (IPCEI), se ha desarrollado con Snam, el gestor de la red de transporte italiano, para facilitar una integración europea del hidrógeno en dirección Sur-Norte a través de gasoductos tanto existentes como de nueva construcción que formarían parte de la Red Troncal Europea del Hidrógeno. En España, tanto el Corredor Vasco del Hidrógeno como el Corredor del Hidrógeno del Ebro son *clusters* cercanos a la frontera francesa y cuentan ya con interconexiones de gas natural (Irún y Larrau) que podrían integrarse en la economía del hidrógeno francesa. Sin embargo, es el corredor mediterráneo el que ofrece un mayor potencial para integrarse en el *hub* de hidrógeno que Francia pretende desarrollar en la región de Provenza-Alpes-Costa Azul, con una demanda prevista de más de 7 TWh de hidrógeno para 2030 en el *cluster* de refino y metalurgia de Fos-sur-Mer en Marsella (Agora Energiewende y AFRY, 2021).

La pieza restante de este puzle es el gasoducto Midcat, que aumentaría la capacidad de intercambio entre España y Francia en 7.500 millones de metros cúbicos de gas natural y que ha cobrado impulso durante la crisis de Ucrania por su potencial de doble propósito (gas e hidrógeno). Esta infraestructura, planifi-

cada hace más de una década y ya iniciada en el lado español, tendría sentido como herramienta para abastecer, a corto plazo, a Francia y, a medio plazo, a Alemania de gas natural importado procedente de las infrautilizadas plantas españolas de GNL. A largo plazo, el objetivo permitiría integrar la generación de hidrógeno en la Península Ibérica con Alemania, formando un corredor europeo de hidrógeno Sur-Norte en Europa Occidental. Ahora bien, la ventana de oportunidad para el Midcat está cada vez menos abierta, teniendo en cuenta que el reglamento de las Redes Transeuropeas de Energía solo autoriza la financiación de la UE para los nuevos gasoductos de gas fósil hasta 2029, y únicamente a condición de que estén preparados para el hidrógeno (European Commission, 2020). El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), que se ha opuesto en el pasado a la construcción de nuevas infraestructuras fósiles en la UE, parece haber cambiado de opinión sobre el gasoducto Midcat, con una triple condición: que cuente con financiación europea, esté conectado a la red europea de gas y tenga capacidad para transportar biometano e hidrógeno en el futuro.

Otro elemento clave en la dimensión exterior del hidrógeno verde es la posibilidad de integrar los mercados norteafricano y europeo en el corredor de importación mediterráneo ya identificado en el paquete REPowerEU. La ambición de Marruecos de convertirse en exportador de hidrógeno verde se uniría a la necesidad de Argelia de sustituir y/o complementar sus exportaciones de hidrocarburos, y a la existencia de gasoductos de ambos países con España. Los dos tienen excelentes condiciones geográficas para el desarrollo del hidrógeno verde y del hidrógeno fósil con captura de carbono en el caso de Argelia, ofreciendo la posibilidad de establecer un corredor transmediterráneo a través de España. En particular, España y Marruecos están experimentando una creciente integración energética en los ámbitos de la electricidad, el gas natural y los productos refinados, que podría extenderse al sector del hidrógeno verde. El gasoducto GME, actualmente cerrado por las tensiones entre Marruecos y Argelia⁸, tendría buenas características para el transporte transmediterráneo de hidrógeno, con solo 45 km

⁸ Cerrado el flujo original con dirección Argelia-Marruecos-España, pero reabierto en junio de 2022 para suministrar desde España pequeños volúmenes de gas natural a Marruecos, del que España importa como GNL.

de recorrido submarino, reduciendo considerablemente los problemas de compresión que tienen estas infraestructuras en su conversión al transporte de hidrógeno.

Las exportaciones de hidrógeno desde el norte de África se enfrentarían a los mismos obstáculos que los países ibéricos para alcanzar los mercados del norte de Europa (Escribano, 2021), a no ser que se construyeran nuevos gasoductos de tránsito “listos para el hidrógeno” (*hydrogen ready*), como un posible gasoducto submarino Barcelona-Livorno, o que el transporte por mar fuera competitivo y permitiese obviar a España como ruta de tránsito. A pesar de las grandes sinergias y el potencial para la colaboración, es destacable la ausencia de un acuerdo de cooperación en materia de hidrógeno entre España y Marruecos, teniendo en cuenta que el país norteafricano firmó uno de los primeros acuerdos bilaterales en materia de hidrógeno del mundo con Alemania en junio de 2020 y otro con Portugal en febrero de 2021.

En perspectiva geoestratégica, el hidrógeno renovable representa para España una oportunidad para reconfigurar su posición periférica en el sistema energético europeo y, especialmente, para liberarse de su condición de isla energética junto con Portugal (Escribano, 2006). Mientras que las interconexiones eléctricas con Francia avanzan lentamente, previsiblemente sin poder cumplir con los objetivos establecidos en el PNIEC de alcanzar 8.000 MW de interconexión a la altura de 2030, el hidrógeno renovable podría ser una opción complementaria para conectar los abundantes recursos renovables de la Península con el resto de Europa continental. Esta doble conexión, de electricidad e hidrógeno, permitiría incrementar la robustez del sistema energético descarbonizado europeo y peninsular, dotando a España de una oportunidad para capitalizar su abundancia relativa en recurso solar y su disponibilidad de terreno. Esta oportunidad podría además suponer la atracción de industrias intensivas en energía que, en un contexto de aislamiento energético de la Península Ibérica, se podría generar con costes renovables sustancialmente inferiores a los de otros Estados miembros.

Una mayor integración energética con Europa reduciría este diferencial de precios, pudiendo llegar a homogenizar los costes de

electricidad e hidrógeno entre la Península Ibérica y Francia y el resto de la UE a largo plazo. También permitiría instalar una mayor cantidad de potencia renovable a un menor coste, ya que contaría con un mercado de exportación en momentos de gran producción y el respaldo de las importaciones en momentos de escasa generación, lo que disminuiría los costes del sistema. Dado el lento desarrollo de nuevas interconexiones eléctricas entre España y Francia, la integración española en el mercado europeo del hidrógeno determinará la senda exterior de la descarbonización española y portuguesa: constituyendo bien una isla energética de bajos costes capaz de atraer a la industria europea intensiva en energía, bien una península integrada en Europa y nodo (*hub*) vertebrador de la integración energética de la UE con el Norte de África y el espacio atlántico.

4. EL DESARROLLO REGIONAL DEL HIDRÓGENO EN ESPAÑA: DE VALLES A CORREDORES

En España, la *Hoja de ruta del hidrógeno* vino acompañada de la aprobación, a propuesta del MITERD, del *Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE)* de *Energías Renovables, Hidrógeno Renovable y Almacenamiento (ERHA)*. Este PERTE ha otorgado una posición privilegiada al hidrógeno renovable, con una dotación de 1.555 millones de euros públicos que se espera que movilicen otros 2.800 millones de capital privado y permitan alcanzar los objetivos establecidos para 2030. En este contexto de movilización europea y estatal, las comunidades autónomas han comenzado a desarrollar sus estrategias regionales de hidrógeno. Aunque ya había precedentes en la elaboración de este tipo de documentos (Aragón fue pionera con la publicación de sendas estrategias de hidrógeno en 2011 y 2016), desde la publicación de la *Hoja de ruta del hidrógeno* y la Estrategia Europea del Hidrógeno en 2020 han proliferado las estrategias autonómicas. Dada la descentralización de la administración española, el papel que pueden desempeñar las estrategias subnacionales de hidrógeno será crucial en la articulación de valles, *clusters* o *hubs* de hidrógeno renovable, con las respectivas implicaciones a escala regional, nacional e internacional.

La descentralización de la política energética, y la de los propios sistemas energéticos, ha generado profundos debates académicos en el contexto de la descarbonización y la transición ecológica. Mientras algunos autores advierten de los riesgos de descoordinación entre las regiones y de pervivencia de las ineficiencias existentes (Ohlhorst, 2015), otros consideran que también debe tenerse en cuenta la problemática de los incentivos perversos que puede generar la ausencia de objetivos subnacionales específicos que dificulte el cumplimiento de los objetivos nacionales (Zhang, Zhang y Liang, 2017). Una descentralización profunda podría agravar problemas ya existentes en materia de desigualdad relacionados con la gobernanza climática, el control de la contaminación o el acceso a energías limpias (Haitao, Hao y Ren, 2020).

Las estrategias regionales de hidrógeno en España permitirían establecer objetivos específicos para las regiones, dotar de herramientas de desarrollo regional adaptadas a las ventajas competitivas de cada territorio y capacitar a las regiones ricas en recurso renovable para que desarrollen políticas que generen riqueza a nivel local (Batel y Rudolph, 2021). En España, los riesgos asociados a la descoordinación regional podrían ser mitigados con estrategias suprarregionales, como en el caso del Corredor del Hidrógeno del Ebro. La posibilidad de que se exacerben las desigualdades territoriales requeriría del uso de mecanismos específicos para afrontarlas, aunque, teniendo en cuenta la distribución del recurso renovable en España (Ferres González, 2021), el desarrollo del hidrógeno verde podría ser una palanca para frenar el declive demográfico y económico de ciertas regiones del interior.

Hasta la fecha, cuatro comunidades autónomas han presentado planes de hidrógeno, cuyos objetivos específicos, combinados, ascienden a 1 GW de electrolisis para 2030 (cuadro 1), lo que representaría un 25 por ciento de los objetivos nacionales de la *Hoja de ruta*. Además, estas estrategias incorporan objetivos específicos para el transporte y la industria, con diferentes aplicaciones prácticas en función de la matriz económica de cada región: el País Vasco y la Comunidad Valenciana, con notable presencia de los sectores de refino y petroquímico, se centran en sustituir el consumo de hidrógeno convencional; Navarra apuesta por una sustitución paulatina del gas fósil, un 5 por ciento para

CUADRO 1

OBJETIVOS PARA 2030 DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO, TRANSPORTE Y USO INDUSTRIAL DE LAS ESTRATEGIAS DE HIDRÓGENO DE PAÍS VASCO, NAVARRA, COMUNIDAD VALENCIANA Y CASTILLA Y LEÓN

	<i>Objetivos de producción</i>	<i>Objetivos en transporte</i>	<i>Objetivos en industria</i>
País Vasco	Capacidad instalada de 300 MW de electro-lizadores. El 100 por ciento del hidrógeno producido es de origen renovable. Producción anual de 2.000 toneladas de combustibles sintéticos.	Flota de 20 autobuses de hidrógeno y 450 vehículos de transporte de mercancías. Red de diez hidrogeneras de acceso público.	El 90 por ciento del hidrógeno consumido en la industria como materia prima es de origen renovable o bajo en carbono. El hidrógeno supone un 5 por ciento del consumo energético total del sector industrial.
Navarra	150 MW de potencia instalada de electrolisis.	Tres líneas de transporte impulsadas por la tecnología del hidrógeno, y un objetivo de 50 a 75 vehículos ligeros y pesados.	Objetivo de un 5 por ciento del total de sustitución del consumo de gas natural industrial a finales de 2030.
Comunidad Valenciana	Electrolisis de 350 MW para una producción de 30.000 toneladas de hidrógeno verde.	Suministro de hidrógeno renovable a 550 vehículos y explotación de doce estaciones públicas de hidrogeneras ("gasoline-ras" de hidrógeno). Dos líneas de trenes comerciales alimentadas con hidrógeno renovable.	Cubrir con hidrógeno renovable el 25 por ciento del hidrógeno consumido en la industria química, refino y cerámica.
Castilla y León	200 MW de potencia instalada en electrolizadores.	Seis autobuses de pila de combustible y 30 vehículos de transporte de mercancías. Cuatro hidrogeneras.	95 por ciento del hidrógeno producido para el consumo fuera de la región: exportación por vía férrea hasta el puerto de Gijón.

Fuente: Elaboración propia a partir de las estrategias de hidrógeno publicadas por las comunidades autónomas con objetivos específicos.

2030; y Castilla y León identifica como objetivo las exportaciones a Asturias y su industria metalúrgica. En cuanto al transporte, todas las estrategias incorporan objetivos para la construcción de estaciones de servicio de repostaje de hidrógeno enfocadas a la descarbonización del transporte de mercancías, priorizando aquellas rutas de mayor volumen de tráfico. La Comunidad Valenciana es la única en establecer objetivos específicos asociados al ferrocarril de hidrógeno.

A estas cuatro estrategias se unen las de Aragón, las Islas Canarias y Andalucía, que no

cuentan con objetivos específicos, pero sí con líneas maestras y planes de actuación diferenciados. Aragón prioriza la integración de la región en el Valle del Ebro, identificando posibles redes de gas fósil convertibles a hidrógeno, ubicaciones para el almacenamiento subterráneo y polos industriales de consumo final, así como el desarrollo de hidrogeneras ("gasoline-ras" de hidrógeno) y su uso en el proyecto de ferrocarril Canfranc-Pau. Las Islas Canarias identifican la generación de hidrógeno renovable como un vector clave para la descarbonización de los sistemas insulares aislados, principal-

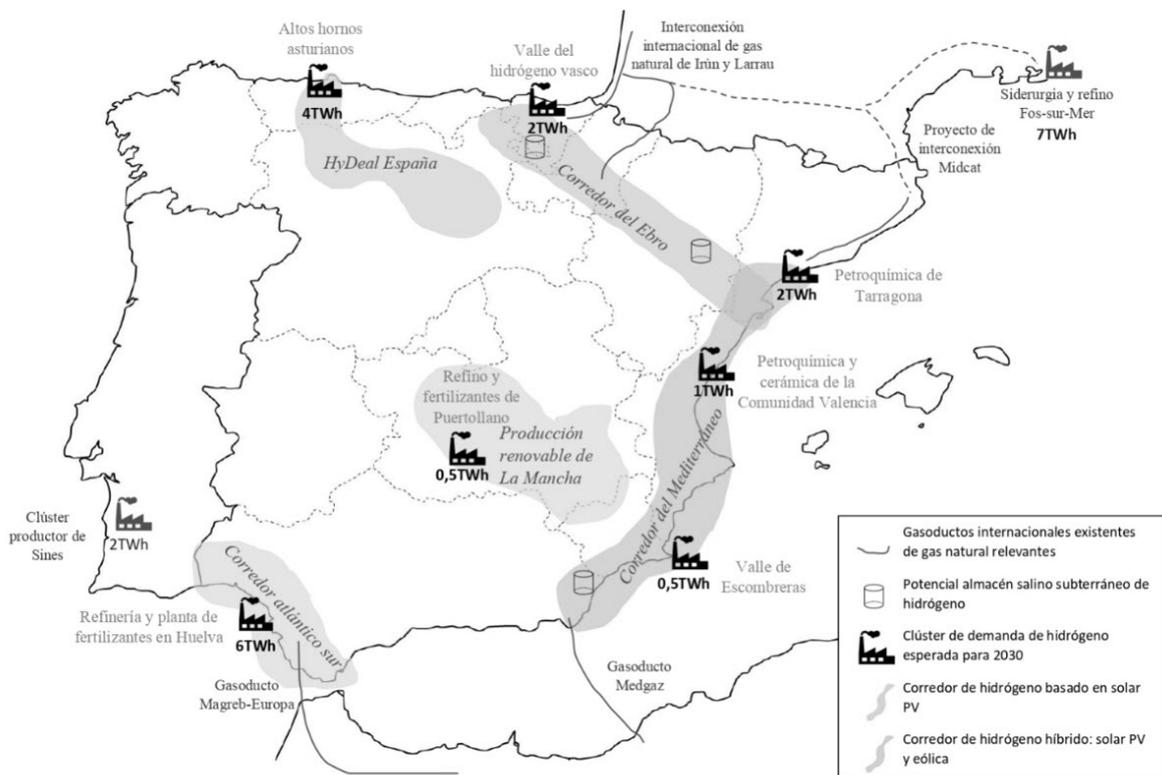
mente como solución para el almacenamiento de la producción renovable excedentaria. También han surgido iniciativas público-privadas de carácter regional enfocadas a descarbonizar sectores específicos. Cabe destacar el Valle del Hidrógeno de Cataluña, surgido en torno al complejo petroquímico de Tarragona; el Valle del Hidrógeno Verde de la Región de Murcia, diseñado para desarrollar la cadena de valor en torno al Valle de Escombreras; y el *cluster* Puerta de Europa de hidrógeno verde, diseñado para descarbonizar el polo químico de Huelva.

Uno de los elementos clave de este desarrollo regional es la formación de alianzas y asociaciones transregionales para la creación

de corredores de hidrógeno que permitan un desarrollo a una escala mayor que la local. Resulta especialmente prometedor el Corredor del Hidrógeno del Ebro, una iniciativa público-privada con un objetivo de 1,5 GW de capacidad instalada de electrolizadores y 6 GW de renovables para 2030, que comprende el País Vasco, Navarra, Aragón y Cataluña, y que articularía una cadena de suministro de hidrógeno desde las regiones con abundancia de renovables, como Aragón, hasta los *clusters* industriales de demanda en Bilbao y Tarragona (mapa 1). En el Atlántico se espera un desarrollo temprano en torno a la producción de acero primario en Gijón, así como un corredor promovido por la plataforma privada HyDeal España que lleve hidrógeno y electricidad renovable desde

MAPA 1

MAPA POTENCIAL DEL DESARROLLO REGIONAL DEL HIDRÓGENO EN ESPAÑA EN TORNO A VALLES DE PRODUCCIÓN Y POLOS DE CONSUMO



Fuentes: Elaboración propia. Estimaciones del consumo de hidrógeno obtenidas de Agora Energiewende y AFRY (2021) y del potencial almacenamiento subterráneo salino de Crotagino et al. (2010).

Castilla y León hasta los altos hornos de Arcelor Mittal en Asturias, cercanos al fin de su vida útil y cuya descarbonización pasa por la construcción de una planta de DRI (Reducción Directa de Mineral de Hierro) con hidrógeno, integrado en un nuevo horno eléctrico híbrido⁹.

El del Mediterráneo se posiciona como otro corredor con gran potencial, al contar con centros de alta demanda proveniente de la industria petroquímica, metalúrgica y azulejera, así como de las refinerías, mientras que, por el lado de la oferta, procura buen recurso solar y gran potencial para la eólica marina flotante. La Comunidad Valenciana y la Región de Murcia cuentan con ambiciosas estrategias para la producción de hidrógeno descarbonizado en torno a los centros industriales clave de Cartagena, Valencia, Castellón y Sagunto, mientras que Cataluña se posicionaría como la intersección del Valle del Ebro, el Corredor Mediterráneo y una posible ruta de tránsito hacia el resto de Europa si se construyera el Midcat.

Este tipo de iniciativas transregionales son imprescindibles para evitar la fragmentación física y normativa, y favorecer un mercado nacional de hidrógeno compatible en sus fases de desarrollo temprano. Además, pueden propiciar un desarrollo regional más eficiente centrado en las áreas de mayor ventaja competitiva. Este es el caso del País Vasco, que busca fortalecer y renovar su industria local con un claro componente de desarrollo tecnológico frente a otras estrategias que perciben el hidrógeno como un canal para acelerar la inversión en renovables y su cadena de valor asociada (caso de Castilla y León). La implicación de las comunidades autónomas en el desarrollo del hidrógeno renovable resulta clave también para garantizar la simplificación de los procesos administrativos.

Uno de los elementos centrales de esos planes regionales es su potencial integración con otros *clusters* industriales o de producción de energía descarbonizada en Francia y Portugal, creando esquemas de cooperación subnacional que pueden ayudar a desbloquear la integración transnacional del hidrógeno. En el caso de Portugal, el desarrollo de valles de hidrógeno interconectados podría surgir fácil-

⁹ Arcelor plantea alargar un año la vida del horno alto para dar tiempo al plan de descarbonización. *El Comercio*, 23 de abril de 2022.

mente en el norte. En cambio, Sines, el principal *cluster* de hidrógeno verde de Portugal, carece de conexión directa de gas con el *hub* de hidrógeno español más cercano, situado en el polo químico de Huelva. Esto dificultaría la integración física a corto plazo, pero podría proporcionar un buen ecosistema para el intercambio de información y tecnología. Algo similar ocurre con la cooperación hispano-marroquí en materia de hidrógeno, siempre influida por los complejos equilibrios geopolíticos del Magreb, que podría simplificarse si se institucionalizase a escala regional, por ejemplo, a través de Andalucía. La iniciativa público-privada del Valle de Hidrógeno del Ebro también podría generar oportunidades de comercio de hidrógeno transfronterizo con el sur de Francia, aprovechando la existencia de la eurrregión de Nueva Aquitania-Euskadi-Navarra como canal institucional de diálogo (Noferini *et al.*, 2020). La clave de esta cooperación inicial a escala regional sería la de anticipar un futuro mercado interconectado generando tecnología, procedimientos y una regulación similar que permitiesen posteriormente una integración más sencilla.

5. CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo del hidrógeno descarbonizado como vector de la transición energética tendrá implicaciones relevantes para la geopolítica de la energía, regionalizando los flujos energéticos sobre la base de las rutas ya existentes trazadas por el régimen fósil. A pesar de que la *Hoja de ruta del hidrógeno* española tiene un enfoque inicial de desarrollo industrial doméstico, el impacto del hidrógeno renovable en el posicionamiento de España en el mapa energético euromediterráneo dependerá en buena medida de la capacidad del país para integrarse en las primeras rutas de suministro de este combustible. La ruta Península Ibérica – Centroeuropa tiene un enorme potencial a largo plazo, toda vez que permitirá posicionar a España como puente logístico con el norte de África y el espacio atlántico, dotando a la Península de una posición central en el nuevo comercio energético descarbonizado.

La invasión rusa de Ucrania ha acelerado la necesidad de alcanzar una mayor autonomía y diversificación del suministro energé-

tico europeo, impulsando el interés y el apoyo al hidrógeno renovable. Esto constituye una oportunidad única para que España reconfigure su posición periférica en el sistema energético europeo, aumentando, con apoyo europeo, sus insuficientes interconexiones de electricidad y gas, y, en un futuro, de hidrógeno, a través de los Pirineos. Las comunidades autónomas pueden desempeñar un papel central en este desarrollo inicial de valles de hidrógeno, en la posterior creación de corredores transregionales y subnacionales, y, finalmente, en la integración de la Península Ibérica en un mercado europeo del hidrógeno renovable. Un desarrollo regional del hidrógeno renovable coordinado y coherente puede ser una de las mejores palancas para garantizar una transición energética justa y que permita la reconversión industrial de actividades estratégicas como el refino, la metalurgia, la petroquímica y los fertilizantes en torno a corredores que aglutinen diferentes ventajas competitivas.

El hidrógeno renovable se presenta como una oportunidad histórica para España, que cuenta con una buena posición inicial gracias a su buen recurso renovable, a su disponibilidad de espacio y a su relativa competencia tecnológica. No obstante, estos elementos no permitirán por sí solos la emergencia de una industria del hidrógeno verde que lidere su despliegue en Europa, sino que requerirá de la implicación de las instituciones a todos los niveles descritos. También debe destacarse que la ventana de oportunidad geopolítica puede permanecer abierta poco tiempo y que actores no europeos albergan también planes ambiciosos para exportar hidrógeno verde a la UE. En este artículo se intenta, precisamente, destacar la imbricación de la dimensión internacional del hidrógeno verde y sus complejidades geopolíticas con su desarrollo regional en España y las oportunidades geoeconómicas que ofrece.

BIBLIOGRAFÍA

AGORA ENERGIEWENDE y AFRY. (2021). *No-regret hydrogen: Charting early steps for H₂ infrastructure in Europe*. https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_EU_H2Grid/A-EW_203_No-regret-hydrogen_WEB.pdf

BATEL, S. y RUDOLPH, D. (2021). Contributions, tensions, and future avenues of a critical approach to the social acceptance of renewable energy infrastructures. En S. BATEL y D. RUDOLPH (Eds.), *A critical approach to the social acceptance of renewable energy infrastructures* (pp. 237-257). Cham: Palgrave Macmillan.

BONISSONI, A. (2021). Spain and Italy should cooperate more to make a stronger EU. *Blog Elcano*. <https://www.realinstitutoelcano.org/en/spain-and-italy-should-cooperate-more-to-make-a-stronger-eu/>

CROTOGINO, F., DONADEI, S., BÜNGER, U. y LANDINGER, H. (2010). Large-scale hydrogen underground storage for securing future energy supplies. En D. STOLTEN y T. GRUBE (Eds.), *18th World Hydrogen Energy Conference 2010 – WHEC 2010: Parallel sessions. Book 4: storage systems / policy perspectives, initiatives and cooperations* (pp. 37-45). Jülich: Forschungszentrum Jülich.

ESCRIBANO, G. (2006). Seguridad energética: concepto, escenarios e implicaciones para España y la UE. *Real Instituto Elcano. Documento de trabajo*, 33/2006.

ESCRIBANO, G. (2021). H₂ Med: impulsores y barreras geopolíticas y geoeconómicas para el hidrógeno en el Mediterráneo. *Elcano Policy Paper*.

EUROPEAN COMMISSION. (2020). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on guidelines for trans-European energy infrastructure and repealing Regulation (EU) No 347/2013. COM(2020) 824 final.

FERRES GONZÁLEZ, M. J. (2021). Elaboración del mapa de hibridación de energía eólica y solar en España. Trabajo de Fin de Máster. Máster universitario en tecnologías de la información geográfica. Universidad Complutense de Madrid.

FUEL CELLS AND HYDROGEN OBSERVATORY (2022). *Chapter 2. 2022 hydrogen supply capacity and demand*. <https://www.fchobservatory.eu/reports>.

GIULI, M. (2022). The Geopolitics of Clean Hydrogen – Opportunities and Challenges for Italy. *IAI Papers*, 22/17.

HAITAO, W., HAO, Y. y REN, S. (2020). How do environmental regulation and environmental decentralization affect green total factor energy efficiency: Evidence from China. *Energy Economics*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104880>

IEA. (2021a). *Global hydrogen review 2021*. París: IEA Publications.

IEA. (2021b). *The role of critical minerals in clean energy transitions*. París: IEA.

IRENA. (2022a). *Geopolitics of the energy transformation: The hydrogen factor*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

IRENA. (2022b). *Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal. Part I – Trade outlook for 2050 and way forward*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

JOHNSTON, C. et al. (2022). Shipping the sunshine: An open-source model for costing renewable hydrogen transport from Australia. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(47), pp. 20362-20377.

MITERD. (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO). (2020a). *Hoja de ruta del hidrógeno: Una apuesta por el hidrógeno renovable*. Madrid: MITERD.

MITERD. (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO). (2020b). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*. https://www.miteco.gob.es/images/es/pniecCompleto_tcm30-508410.pdf

MORÁN BLANCO, S. (2019). España-Portugal: hacia una seguridad compartida en sectores prioritarios de la relación bilateral. *Boletín IEEE*, 13, pp. 862-897.

NOFERINI, A., BERZI, M., CAMONITA, F. y DURÀ, A. (2020). Cross-border cooperation in the EU: Euroregions amid multilevel governance and re-territorialization. *European Planning Studies*, 28(1), pp. 35-56.

NÚÑEZ-JIMÉNEZ, A. y DE BLASIO, N. (2022). The future of renewable hydrogen in the European union. Market and geopolitical implications.

Harvard Kennedy School. Belfer Center for Science and International Affairs.

OHLHORST, D. (2015). Germany's energy transition policy between national targets and decentralized responsibilities. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 12(4), pp. 303-322.

OVERLAND, I. (2019). The geopolitics of renewable energy: Debunking four emerging myths. *Energy Research & Social Science*, 49, pp. 36-40.

PFLUGMANN, F. y DE BLASIO, N. (2020). The geopolitics of renewable hydrogen in low-carbon energy markets. *Geopolitics, History, and International Relations*, 12(1), pp. 9-44.

RAM M. et al. (2020). *Powerfuels in a renewable energy world. Global volumes, costs, and trading 2030 to 2050*. Berlín: Deutsche Energie-Agentur GmbH.

RIVERO, A. (2010). España, Portugal y los falsos amigos. *Relaciones Internacionales*, 13, pp. 87-103.

VAN DE GRAAF, T., OVERLAND, I., SCHOLTEN, D. y WESTPHAL, K. (2020). The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. *Energy Research & Social Science*, 70, 101667.

ZHANG, K., ZHANG, Z.-Y. y LIANG, Q.-M. (2017). An empirical analysis of the green paradox in China: From the perspective of fiscal decentralization. *Energy Policy*, 103, pp. 203-211.

Intensidad energética de la economía española: pasado, presente y futuro

ROBERTO GÓMEZ-CALVET*

RESUMEN

Consumo de energía, actividad económica y emisiones de gases de efecto invernadero son fenómenos con una alta correlación estadística. La mayor parte de las emisiones son consecuencia del uso de combustibles fósiles para generar electricidad y suministrar energía a la industria y el transporte. En este artículo se analiza la intensidad energética de los distintos sectores económicos en España, comparándolos con el conjunto de la Unión Europea. Especial atención merece el sector manufacturero, pues presenta en España una ratio comparativamente más desfavorable que en el resto de los países. En el proceso de descarbonización de la economía, el fomento de las renovables intermitentes (eólica y solar) son las únicas opciones, junto al vector eléctrico y el hidrógeno como complementos imprescindibles.

1. INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas se ha prestado mucha atención a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por las consecuencias que su aumento tiene en el de

* Universidad Europea de Valencia (roberto.gomez-calvet@universidadeuropea.es).

la temperatura global (Pörtner *et al.*, 2022). No se discute la relación directa que hay, al menos hasta hoy, entre el desarrollo económico y el incremento de las emisiones de un amplio abanico de gases. La emisión de algunos de ellos fue notablemente limitada por sus efectos contaminantes, como es el caso del dióxido de azufre (SO₂) o el de los óxidos nitrosos (NO_x). Otros gases, si bien son inocuos, tienen un impacto probado como gases de efecto invernadero, como ocurre con el dióxido de carbono (CO₂). En este contexto, no está de más volver a analizar, como aquí se hace, las principales fuentes de emisión de GEI en España, así como su relación con la creación de riqueza.

Las emisiones de GEI tienen orígenes diversos, pero la mayor contribución procede de la quema de combustibles fósiles, principalmente hidrocarburos tales como el carbón, el petróleo y el gas natural. A ello hay que añadir las emisiones procedentes de procesos industriales que liberan dióxido de carbono CO₂ o metano (CH₄), como, por ejemplo, la industria del refino. Los sectores productivos que más contribuyen a las emisiones de GEI en España son el suministro de energía (electricidad), la industria, el transporte, la construcción y la agricultura (European Environment Agency, 2022).

Teniendo en cuenta la sustantiva asociación entre el progreso económico y social y

el consumo de energía (Lu, 2017) y dado que la mayoría de los países europeos dispone de pocos recursos energéticos tradicionales (carbón, gas natural, petróleo, uranio), es especialmente conveniente evaluar la intensidad energética de las economías europeas, es decir, la ratio entre la energía utilizada y el valor añadido bruto (VAB), pues así combinamos ambos factores en una visión conjunta de la economía. Esto es especialmente necesario para España. La comparación sectorial con los países de nuestro entorno, a su vez, nos proporciona informaciones clave para poder establecer objetivos de mejora y estrategias de futuro¹.

La cuestión de la intensidad energética se ha estudiado desde distintos puntos de vista. Azhgaliyeva, Liu y Liddle (2020) analizan los determinantes de la intensidad energética en 44 países (31 de ingresos altos y 13 de ingresos medios) y concluyen que el PIB per cápita y los precios de la energía están asociados negativamente con la intensidad energética. Asimismo, sopesan el impacto en la economía de diez medidas de política energética, concluyendo que es más relevante la duración de las políticas que su mera puesta en marcha. Medlock III y Soligo (2001) descubren un patrón en forma de U invertida en la relación entre PIB per cápita e intensidad energética: a medida que los países de ingresos bajos se industrializan, crece su intensidad energética, pero esta disminuye a medida que cae el peso de la industria pesada, intensiva en energía, aumenta el de la ligera y, aún más, aumenta el del sector servicios. A escala de la Unión Europea de los 15 (UE15), Marrero y Ramos-Real (2013) descomponen la evolución de la intensidad energética en componentes estructurales y de eficiencia, concluyendo que la mejora estructural de la intensidad energética se debe, sobre todo, a la reducción del peso de la industria, mientras que no es nada obvio que el sector servicios haya supuesto mejoras claras en términos de eficiencia.

El propósito de este artículo es múltiple. Primero, se muestran la disponibilidad de recursos y las necesidades energéticas de España. Segundo, se detalla la intensidad energética sectorial y se compara con el conjunto de la

¹ En esta línea, véase, por ejemplo, Rahman, Sultana y Velayutham (2022), un estudio que analiza las relaciones dinámicas entre intensidad energética, implantación de renovables, industrialización, urbanización y comercio internacional en veinticinco economías emergentes.

Unión Europea (UE27), subrayando las implicaciones de la comparación. Tercero, se presenta la hoja de ruta prevista para la descarbonización de la economía española con vistas a los años 2030 y 2050. Cuarto, se propone el vector eléctrico como la principal palanca para la descarbonización, contando con el hidrógeno y el almacenamiento de energía. Por último, se plantean unas conclusiones.

2. LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA DE ESPAÑA

Contar con un suministro suficiente de energía es un requisito indispensable para el crecimiento económico. Vendría a ser una suerte de sistema cardiovascular para la economía (Boneva, 2018). Además, la seguridad y la fiabilidad de ese suministro energético son clave para el buen funcionamiento de las economías modernas y para la estabilidad del bienestar económico y social de los países. De ahí la relevancia de atender a una cuestión como la dependencia energética del exterior, que, *a priori*, puede verse como un obstáculo para el desarrollo económico (Morett Sánchez, 2021).

Una economía depende energéticamente del exterior si es incapaz de generar, con recursos propios, locales, la gran mayoría de los combustibles y la energía que precisa. La mayoría de los países menos desarrollados depende, en gran medida, de las importaciones de electricidad, gas natural, carbón y combustibles derivados del petróleo (Morett Sánchez, 2021). Una alta dependencia energética puede convertirse en un factor de inestabilidad y de supeditación económica a los intereses de otros países u otros actores foráneos. Lo esperable es que las políticas energéticas nacionales se centren en la seguridad del suministro energético, diversificando las fuentes de energía y la procedencia geográfica de estas. Por otra parte, las preocupaciones medioambientales también son un criterio, no menos importante, a la hora de definir el *mix* energético de cada país. En los últimos tiempos, los inconvenientes vinculados a la dependencia energética y al cambio climático están llevando a bastantes países europeos a sustituir las fuentes energéticas tradicionales por las renovables.

La dependencia energética de Europa se pone de manifiesto en que importa más de la mitad de la energía que utiliza. La evolución temporal tampoco llama al optimismo, pues en 1990 las importaciones netas fueron del 50 por ciento y en 2020, del 57,5 por ciento (Eurostat, 2022b). El análisis desagregado por tipo de combustibles refleja que, en 2020, el 97 por ciento de las necesidades de petróleo y sus derivados fueron cubiertas con importaciones. En el caso del gas natural, ese porcentaje fue del 83,6 por ciento. Solo en el caso de los combustibles fósiles sólidos (carbón) la dependencia exterior fue claramente más moderada, con un 35,8 por ciento. Sobra decir que las tendencias no apuntan a una reducción de la dependencia exterior en esos combustibles.

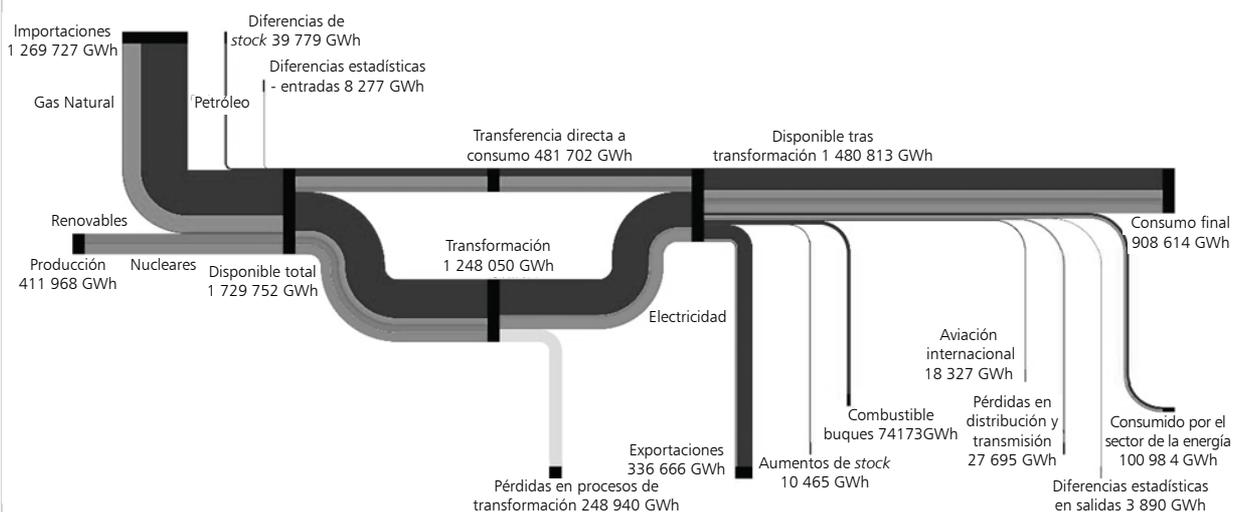
Según Enerdata (2022), el consumo de gas natural en Europa se ha mantenido en torno a los 500 o 600.000 millones de metros cúbicos en los últimos veinte años, pero en estas dos décadas el entorno de la competencia internacional por esa fuente de energía ha cambiado sustancialmente, con una creciente demanda procedente de países en proceso de crecimiento, principalmente del grupo de los BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica).

En el caso español, la dependencia energética del exterior es aún mayor. Prácticamente no se extrae petróleo ni gas natural y se extrae cada vez menos carbón. Las únicas fuentes autóctonas disponibles son las energías renovables (hidráulica, eólica, solar fotovoltaica, solar térmica y biogás, principalmente) y la energía nuclear. Para una mejor comprensión de esta dependencia y su magnitud, en el gráfico 1 se recoge un diagrama Sankey de flujos de energía en España para 2020. En él se muestran las entradas y los destinos de la energía, además de las pérdidas en los procesos de transformación de energía. En 2020 la energía disponible en España fue de 1.729 TWh, siendo producida autóctonamente en un 23,8 por ciento (unos 412 TWh) e importada en un 76,2 por ciento. Merece la pena resaltar que la transformación de energía supuso unas pérdidas cercanas al 15 por ciento, asociadas principalmente a la producción de energía eléctrica y a la transformación del petróleo en combustibles aptos para vehículos y aeronaves. Tras el proceso de transformación, una cantidad notable de la energía disponible (más de 300 TWh) se exporta.

Aunque España cuenta con importantes infraestructuras para la generación de energía a

GRÁFICO 1

DIAGRAMA DE FLUJOS DE ENERGÍA EN ESPAÑA EN 2020



Fuente: Elaboración propia con la aplicación de Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/energy/sankey.html>).

partir de fuentes renovables, estas están todavía lejos de poder cubrir la demanda final, representando una contribución modesta, en torno al 10 por ciento de la energía primaria necesaria. Con todo, España se sitúa entre los diez países con más contribución proporcional de las fuentes renovables a la generación de electricidad (Eurostat, 2022c). En el proceso de descarbonización de la economía, la electricidad desempeña un papel esencial, pues es el único vector energético con el grado de desarrollo suficiente para canalizar la energía generada tanto a los usos de los hogares como a los de los principales sectores económicos. El protagonismo de la electricidad en la transición energética será discutido en la sección 5. En la sección 3 se profundiza, para el caso español, en el consumo de energía y la generación de valor para cada uno de los sectores. Además, se presentará un análisis comparado con el conjunto de países de la Unión Europea.

3. INTENSIDAD ENERGÉTICA SECTORIAL

Un objetivo deseable sería el de desacoplar el consumo final de energía y el crecimiento económico, de modo que una mayor producción no requiera un aumento del consumo de energía en la misma proporción. En este sentido, la evolución de España es favorable, como a continuación se detalla. La penúltima crisis económica redundó en una caída del 7 por ciento en el PIB español entre 2008 y 2014, lo cual, a su vez, provocó una caída del 20 por ciento en el consumo final de energía. De 2014 a 2018 la economía repuntó un 15 por ciento, y el consumo final de energía creció un 10 por ciento. Desde 2008 a 2019, los datos sugieren que España ha conseguido desvincular el crecimiento económico y el consumo energético. Según un reciente informe de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2021: 55), España presentó en 2019 una intensidad energética de 48 TEP (toneladas equivalentes de petróleo) por millón de dólares en PPC, frente a una media ponderada de 62 para el resto de los miembros de la AIE.

El consumo de energía se distribuye de manera desigual entre los distintos sectores productivos. En esta sección se analiza la demanda energética de esos sectores y su relevancia en la generación de valor añadido en España. El análisis

compara el caso español con la media de la UE27 para identificar los sectores con intensidades “demasiado” elevadas como los que presentarían ventajas potenciales.

La intensidad energética es un indicador de la cantidad de recursos energéticos que necesita un país (o un sector) para producir bienes y servicios. Es el cociente entre el consumo energético final y el valor añadido bruto (o el PIB) y se interpreta como las unidades de energía necesarias para producir una unidad de riqueza. Se trata de una medida de productividad económica. Una intensidad elevada apunta a elevados costes en la “conversión” de energía en riqueza y, por tanto, sería señal de una economía energéticamente voraz. Por razones de productividad, es razonable reducir la intensidad energética, siempre que la misma o mayor producción se alcance consumiendo menos energía. No obstante, también es razonable que ciertos sectores presenten intensidades altas, como el de la producción de energía eléctrica, pues gestionan un bien estratégico y bastante distinto de los producidos en el resto de las ramas de actividad.

Como se ha afirmado más arriba, la evolución de la intensidad energética de un país depende de los cambios en su estructura económica y de las variaciones en la eficiencia energética. La disminución, en términos absolutos o relativos, de la actividad económica en sectores intensivos en energía, como la siderurgia, y el crecimiento de sectores menos intensivos en energía, como los servicios, reducen la intensidad energética sin que tenga por qué producirse una mejora en la eficiencia. Por tanto, no tiene sentido comparar la intensidad energética entre sectores, pero sí lo tiene analizar la evolución de la intensidad energética en cada sector, pues reflejará mejoras o empeoramientos en su eficiencia.

En el cuadro 1 se recoge la intensidad energética de las grandes ramas de actividad de la economía española, en la forma de una media para el periodo 2014-2019, acompañada de la desviación típica de esa intensidad en dicho periodo. Se incluye también un parámetro que relaciona la intensidad energética de cada rama con la desviación típica. Se trata del coeficiente de variación (CV), que permite comparar la volatilidad de la intensidad energética de las distintas ramas. Un CV alto indica que la intensidad sectorial es más volátil.

CUADRO 1

INTENSIDAD ENERGÉTICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA, POR RAMAS DE ACTIVIDAD (2014-2019)

<i>Intensidad energética (kJ / euro)</i>					
<i>Código</i>	<i>Descripción (CNAE 2009, revisión 2)</i>	<i>Media (1)</i>	<i>Desviación típica (2)</i>	<i>Coefficiente de variación (2/1 x 100)</i>	<i>VAB (millones de euros de 2005)</i>
Total	Total	12,3	0,3	2,1	915.833
A	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	10,9	0,3	2,9	32.872
B	Industrias extractivas	380,9	99,3	26,1	1.942
C	Industria manufacturera	49,3	0,5	1,0	114.456
D	Suministro de energía, gas, vapor y aire acondicionado	183,3	10,2	5,6	18.764
E	Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	3,1	0,2	5,4	7.731
F	Construcción	1,4	0,2	12,4	60.578
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas	1,0	0,2	19,0	122.134
H	Transporte y almacenamiento	16,2	0,6	3,8	38.613
I	Hostelería	1,2	0,3	23,2	53.141
J	Información y comunicaciones	0,3	0,0	12,8	51.363
K	Actividades financieras y de seguros	0,5	0,0	7,7	32.534
L	Actividades inmobiliarias	0,2	0,0	22,3	99.552
M	Actividades profesionales, científicas y técnicas	0,4	0,0	12,6	45.207
N	Actividades administrativas y servicios auxiliares	0,3	0,0	14,0	35.773
O	Administración pública y defensa; Seguridad Social obligatoria	1,1	0,1	12,5	57.402
P	Educación	0,6	0,0	5,2	44.432
Q	Actividades sanitarias y de servicios sociales	0,8	0,0	4,6	55.270
R	Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	0,7	0,1	14,7	20.508
S	Otros servicios	0,8	0,1	13,6	15.832

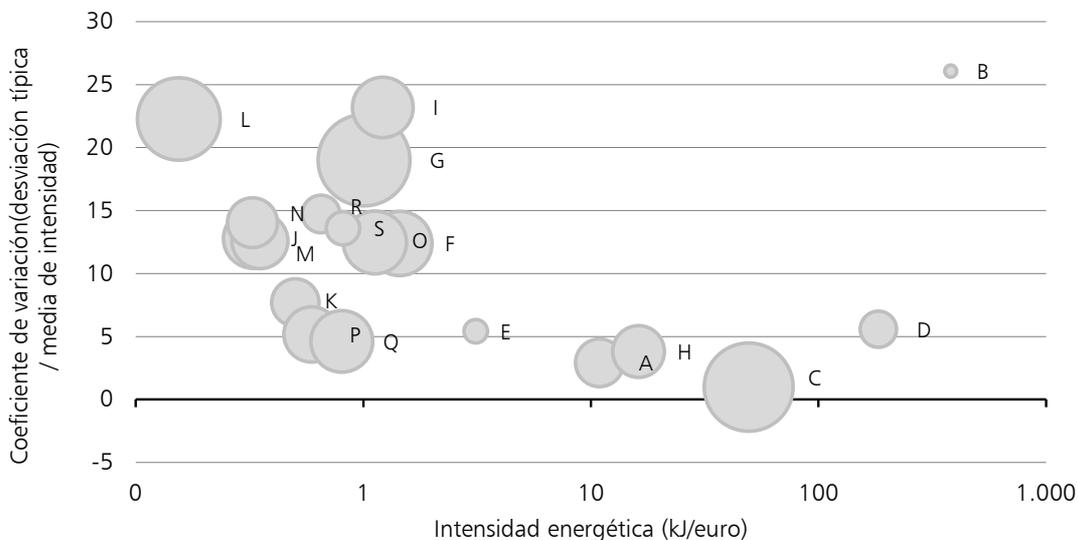
Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (2022d; 2022e).

En el gráfico 2 se presenta, utilizando los datos del cuadro 1, la relación entre la intensidad energética de esas ramas de actividad y su volatilidad (el coeficiente de variación), mostrando, asimismo, el tamaño de cada rama en términos de su VAB (el medio del periodo 2014-

2019). Cuanto más a la izquierda y hacia abajo se encuentra el círculo que representa cada rama, mayor productividad energética (menor intensidad) y menor variabilidad. El tamaño del círculo refleja la relevancia de cada rama para el conjunto de la economía.

GRÁFICO 2

INTENSIDAD ENERGÉTICA: NIVEL Y VARIABILIDAD, POR RAMA DE ACTIVIDAD (ESPAÑA, MEDIA DEL PERIODO 2014-2019) (*)



(*) Eje horizontal en escala logarítmica. El tamaño de los círculos es proporcional al VAB de cada sector. Las letras que acompañan a cada círculo son los códigos de la CNAE (véase cuadro 1).

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (2022d; 2022e).

Entre las ramas con mucho VAB y con más volatilidad estarían algunas del sector servicios, como el comercio (G), la hostelería (I) y las actividades inmobiliarias (L), pero las tres presentan una baja intensidad energética. Las industrias extractivas (B) presentan la mayor intensidad energética y la mayor volatilidad, pero su volumen de actividad es bajo, por lo que lo que ocurra en esta rama no es preocupante.

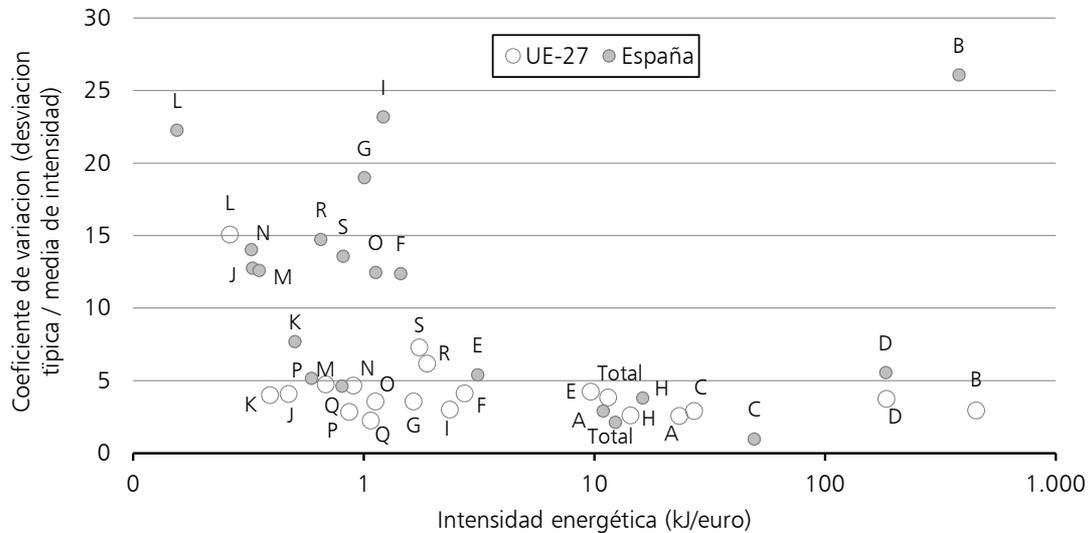
También cabe mencionar el caso del sector primario (A), que muestra una volatilidad baja y una intensidad relativamente alta, aunque esto último muy probablemente se deba a una generación de valor comparativamente pequeña.

Más interés tiene lo que ocurra en las ramas siguientes, todas con una alta intensidad energética y una baja volatilidad. Es el caso de la industria manufacturera (D), un sector con un VAB de cierto tamaño y muy relevante en cualquier economía. Lo mismo cabe decir

de la generación de energía (D) y el transporte (H), ramas con un VAB de cierto tamaño, pero que son relevantes, sobre todo, de cara al control de las emisiones de GEI. Según la AIE (IEA, 2022), la generación de energía y el transporte representan más de dos tercios de las emisiones totales a escala mundial. Por ello, las medidas que se adopten para mejorar la eficiencia energética en ambos campos (generación de energía y transporte) tendrán un gran impacto. La baja volatilidad en las tres ramas apunta a que reducir su intensidad energética será especialmente complicado, lo cual representa un reto especialmente difícil para España: recordemos que su intensidad energética dobla la media europea.

En el gráfico 3 se presenta la misma comparación del gráfico 2, pero incluyendo los datos del conjunto de la UE27 y sin mostrar el tamaño de las ramas de actividad. Veamos qué ocurre con dos de las ramas más intensivas energéticamente, el suministro de energía,

GRÁFICO 3

INTENSIDAD ENERGÉTICA: NIVEL Y VARIABILIDAD, POR RAMA DE ACTIVIDAD (ESPAÑA Y UE27, MEDIA DEL PERIODO 2014-2019) (*)


(*) Eje horizontal en escala logarítmica. Las letras que acompañan a cada círculo son los códigos de la CNAE (véase cuadro 1).

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (2022d; 2022e).

gas, vapor y aire acondicionado (D) y la industria manufacturera (C). En cuanto al primero, la intensidad energética es similar en España y en el conjunto de la UE27, pero la variabilidad es algo mayor en España. En cuanto al segundo, el caso español es preocupante, pues su intensidad energética casi duplica la media europea y, además, es un sector relevante por su VAB en la economía nacional. Una rama con datos positivos de intensidad energética para España es la de suministro de agua, saneamiento y gestión de residuos (E), pero esta rama representa una proporción muy pequeña del VAB total. Esa "ventaja" española también se observa en las siguientes ramas: la agricultura (A), el comercio (G), las actividades inmobiliarias (L) y la hostelería (I), con intensidades medias cercanas a la mitad de la de dichas ramas a escala de la UE27 y con un tamaño económico conjunto más que apreciable. En general, la intensidad energética en el sector servicios español es inferior a la que puede medirse a escala de la UE27, pues, de las trece ramas, diez presentan una intensidad más baja.

4. HOJA DE RUTA DE LA DESCARBONIZACIÓN

La intensidad energética no incorpora información sobre las externalidades medioambientales derivadas del consumo o la producción de energía. Un desarrollo económico sostenible exige tomar en consideración las consecuencias a largo plazo de optar por una u otra combinación de fuentes en nuestro planeta. Dado que tres de cada cuatro toneladas de GEI se originan en el sistema energético, su descarbonización es la piedra angular de la transición energética.

En el ámbito de la energía, la UE no se enfrenta solo al problema de los GEI, sino a desafíos adicionales de gran calado y urgencia: la creciente dependencia de las importaciones, los riesgos de seguridad asociados a la importación de energía motivados por la inestabilidad política o por las delicadas relaciones con los países productores y de tránsito, los precios elevados y volátiles de la energía, o una demanda mundial de energía en aumento. Estas amenazas han llevado a la UE a establecer cinco obje-

tivos prioritarios (Comisión Europea, 2015): el primero, diversificar las fuentes de energía y garantizar la seguridad energética a través de la solidaridad y la cooperación entre los Estados miembros; el segundo, garantizar el funcionamiento de un mercado interior de la energía plenamente integrado, fomentando el libre flujo de energía en toda la Unión a través de infraestructuras adecuadas y sin barreras técnicas o reglamentarias; el tercero, mejorar la eficiencia energética, reducir la dependencia de las importaciones de energía, reducir las emisiones y promover el empleo y el crecimiento; el cuarto, la descarbonización de la economía y el avance hacia la neutralidad climática para 2050; y el quinto, impulsar la investigación en tecnologías energéticas limpias y bajas en carbono. Estas medidas están orientadas a acelerar la transición energética y mejorar la competitividad de las economías europeas.

Se ha definido un marco de actuación general europeo, pero, dentro de ese marco, cada Estado tiene derecho a determinar las condiciones de explotación de sus recursos energéticos, de elegir entre distintas fuentes de energía y la estructura general de su abastecimiento energético. En realidad, en el llamado Pacto Verde Europeo (European Commission, 2019) las principales líneas de acción en los ámbitos de energía, clima, diversificación y transporte tienen como denominador común el endurecimiento de las normas en materia de emisiones de CO₂; de ahí que la descarbonización ocupe una posición preferente en los planes nacionales de energía y clima. En el caso español, se denomina Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y sus líneas principales se analizan más adelante.

El problema del cambio climático afecta a todo el planeta, por lo que exige actuar concertadamente a escala global. En junio de 1992, países de todo el mundo se reunieron en Río de Janeiro en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, conocida coloquialmente como Cumbre de Río o de la Tierra, y adoptaron un gran acuerdo para sentar las bases de una política global que permitiera el desarrollo sostenible del planeta y evitara las interferencias peligrosas en el clima. Ese primer paso no aclaraba los objetivos concretos ni el reparto de esfuerzos en medidas de mitigación y de adaptación. Los firmantes (las "partes") se han embarcado en arduas negociaciones para

concretar los compromisos. Las decisiones se adoptan en las Conferencias de las Partes, conocidas por sus siglas en inglés, COP, que se celebran con una periodicidad casi anual desde 1995. La última ha tenido lugar en Sharm El-Sheikh (Egipto), en noviembre de 2022. De todas, merecen especial atención dos: la COP3 (Kioto, 1997) y la COP15 (París, 2015). Ambas resultaron en dos grandes acuerdos, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París.

En el Protocolo de Kioto las partes acordaron reducir las emisiones de seis GEI (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre), al menos un 5 por ciento en 2008-2012 en comparación con los niveles de 1990. Por su parte, el Acuerdo de París estableció tres objetivos concretos: (1) mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1,5 °C, argumentando que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; (2) aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de GEI, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y (3) asegurar la coherencia entre las inversiones y un modelo de crecimiento compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de GEI. Cada una de las partes decidirá sus propias aportaciones a la consecución de esos objetivos. La UE, en concreto, ha solicitado a cada Estado miembro la elaboración de un Plan Integrado de Energía y Clima para el periodo 2021-2030. Todos ellos servirán a la Comisión para determinar el grado de cumplimiento conjunto.

La UE se ha comprometido a lograr la neutralidad climática en 2050², para lo cual será necesaria la transformación de la sociedad y de la economía europeas, tal como se recoge en el Pacto Verde Europeo, y, como paso previo, ha asumido objetivos aún más ambiciosos que los anteriores, comprometiéndose a reducir las emisiones de GEI, al menos, un 55 por ciento de aquí a 2030. El anterior compromiso era de reducirlas en un 30 por ciento.

² Entendemos por neutralidad climática la situación en la que las emisiones netas de GEI se equilibran y son iguales o menores que las que se eliminan a través de su absorción natural en la biosfera.

El PNIEC español refleja el compromiso y la contribución al esfuerzo internacional y europeo por combatir la crisis climática, identificando retos y oportunidades en las cinco dimensiones marcadas por la UE: la descarbonización, la eficiencia energética, la seguridad energética, el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad. El PNIEC es un modo de enviar las señales adecuadas a los agentes implicados para proporcionarles certidumbre y una clara orientación sobre la senda de la descarbonización de la economía. Las medidas contempladas en el PNIEC aspiran a conseguir en 2030 los siguientes resultados: un 23 por ciento de reducción de las emisiones de GEI respecto a las de 1990, un 42 por ciento de contribución de fuentes renovables sobre el consumo final de energía, un 39,5 por ciento de mejora de la eficiencia energética, y un 74 por ciento de energía renovable en la generación eléctrica (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021). Las directrices del PNIEC han quedado reflejadas en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, que otorga rango de ley a los objetivos del Acuerdo de París.

Tal como se ha señalado, la generación de electricidad y el transporte son los sectores más intensivos en el uso de energía y los que emiten mayor cantidad de GEI. Por tanto, ambos tendrían que ser los protagonistas del proceso de transición energética. En el caso de la generación eléctrica, el PNIEC establece el objetivo del abandono progresivo del carbón y la incorporación de fuentes renovables. En el caso del transporte, se trata de conseguir el cambio hacia modos de movilidad de bajas emisiones (vehículo eléctrico). Alguno de esos objetivos se está logrando, como prescindir del carbón como fuente de energía primaria, pero otros permanecen en la agenda.

Los objetivos marcados por la UE son muy ambiciosos. Hay que tener en cuenta, además, la coyuntura geopolítica, económica y energética actual, que ha situado a la UE en una posición muy delicada, en particular por la reducción de las importaciones de gas ruso y el gran encarecimiento de las importaciones de gas y de petróleo. Estos y otros factores han provocado un incremento sin precedentes en los precios de

CUADRO 2

ESPAÑA. POTENCIA INSTALADA PREVISTA EN EL PNIEC (ESCENARIO OBJETIVO CON HORIZONTE 2030) (MW)

	2015	2020	2025	2030
Eólica (terrestre y marina)	22.925	28.033	40.633	50.333
Solar fotovoltaica	4.854	9.071	21.713	39.181
Solar termoeléctrica	2.303	2.303	4.803	7.303
Hidráulica	14.104	14.109	14.359	14.609
Bombeo mixto	2.687	2.687	2.687	2.687
Bombeo puro	3.337	3.337	4.212	6.837
Biogás	223	211	241	241
Otras renovables	0	0	40	80
Biomasa	677	613	815	1.408
Carbón	11.311	7.897	2.165	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	6.143	5.239	4.373	3.670
Fuel y fuel/gas (territorios no peninsulares)	3.708	3.708	2.781	1.854
Residuos y otros	893	610	470	341
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento	0	0	500	2.500
Total	107.176	111.829	133.803	160.837

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021).

la electricidad, con un gran impacto en la inflación, y han aumentado las dudas sobre la seguridad del suministro energético. Las señales transmitidas mediante los precios constituyen la mejor fuente de información y apuntan a la necesidad de aumentar la independencia energética del exterior. A su vez, los altos precios han llevado a evaluar con más detalle los costes de oportunidad de la inversión en renovables y a mejorar la rentabilidad esperada de estas.

Centrando la atención en el sector de la energía y, en concreto, el de la electricidad, los objetivos del PNIEC enfatizan la promoción de las fuentes renovables intermitentes, como la eólica y la solar fotovoltaica. Así se observa en el cuadro 2. En el caso de la generación fotovoltaica se prevé que la potencia instalada en 2030 multiplique por ocho la de 2015. En el caso de la eólica, se prevé duplicar la potencia instalada. Ambos desarrollos ayudarían a mejorar la independencia energética española, pero todavía serían insuficientes para conseguir la descarbonización del transporte.

5. EL VECTOR ELÉCTRICO: OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES

La transición hacia una economía descarbonizada implica prescindir de combustibles fósiles con un profundo arraigo en la industria y en otros consumidores finales. Lo cual implica unas inversiones en otras fuentes de energía, como las renovables, cuyo retorno de mercado a corto plazo no es tan atractivo como las alternativas de negocio convencionales. No obstante, no todos los factores que condicionan las inversiones son económicos, sino que también los hay asociados a las políticas energéticas y a cómo se reducen los riesgos de la inversión, por ejemplo, mediante subvenciones públicas.

De cualquier forma, una transición tal requiere de una etapa incuestionable de mejora de la eficiencia, que redunde en una menor necesidad futura de recursos y una menor necesidad de inversiones futuras, aun manteniéndose o aumentándose la producción de bienes y servicios. De forma complementaria, habrá que

establecer un camino realista hacia la sustitución de combustibles fósiles por otros sin emisiones de GEI, sin olvidar que la electricidad estará en el corazón de esta transformación, por varios motivos. En primer lugar, casi todas las tecnologías renovables están pensadas para producir electricidad. Es el caso de la solar, la eólica y la hidráulica; no debemos olvidar que el almacenamiento hidráulico es hoy la única tecnología con capacidad masiva disponible. En segundo lugar, las políticas de casi todos los países europeos están promoviendo la electrificación de la industria, el transporte y la construcción, en la línea de las recomendaciones de la AIE (IEA, 2020). En tercer lugar, los mercados de la electricidad son cada vez más complejos, debido a la necesidad de integrar las renovables intermitentes, a la descentralización de la generación y a la profunda transformación en los tipos de costes del sector. Es decir, el desarrollo masivo de fuentes renovables implica unas inversiones por kW en activos fijos (CAPEX) muy superiores a las que requieren las fuentes convencionales, aunque tienen un coste de operación por kWh (OPEX) muy bajo.

Los costes operativos de la generación de electricidad están bajando drásticamente con la mayor presencia de la eólica y la solar. Sin embargo, sin la posibilidad de almacenamiento a gran escala, los costes de integración de la energía renovable intermitente en la red van creciendo a medida que aumenta la penetración de estas fuentes. En el caso particular de España, los mayores costes de integración han aflorado con el uso del gas en las horas en que se precisa una respuesta rápida del sistema, como el atardecer, cuando el único recurso disponible son las centrales de ciclo de gas y ciclos combinados. Estos cambios estructurales en la generación eléctrica cuestionan seriamente la forma en la que se están determinando en los mercados los precios de la electricidad. Prueba de ello han sido las altas volatilidades y los elevados precios que se han alcanzado en España y en Europa en el verano de 2022, y que han proporcionado unos beneficios inesperados a las fuentes de generación renovable (los conocidos como “beneficios caídos del cielo”). En esta línea, Hogan (2022) estima que los mercados de electricidad actuales resultan competitivos cuando la energía se genera con fuentes térmicas convencionales y costes variables crecientes, pero son menos eficientes cuando se introducen fuentes renovables con costes marginales muy

bajos. En este sentido, los mercados de electricidad deben ser coherentes con estas singularidades y rediseñarse para evitar situaciones de alta volatilidad en las que la práctica ausencia de costes variables puede hundir precios o llevar a beneficios desorbitados cuando se requiere de fuentes fósiles para proporcionar la necesaria flexibilidad.

Es, pues, necesario revisar las reglas establecidas en los mercados de electricidad para preservar la equidad y realizar un justo reparto de beneficios y costes. La práctica ausencia de costes operativos de las fuentes renovables, sobre todo en comparación con otras fuentes, supone una ventaja no exenta de riesgos. En un escenario con alta penetración de renovables no gestionables (los casos de la solar y la eólica) la capacidad de generación es muy inelástica frente a las oscilaciones de la demanda, lo que se traduce en grandes oscilaciones de los precios por la escasez de gas. Una transición hacia ese tipo de renovables debe venir acompañada de soluciones de almacenamiento o del uso de vectores energéticos como el hidrógeno, pues sin ellos no se pueden mantener entornos sostenibles y con garantía de suministro.

Entre los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica actuales hay distintas posibilidades con diversos grados de desarrollo y coste. Los que tienen más capacidad a fecha de hoy son los almacenamientos mecánicos, entre los cuales, el bombeo hidráulico en centrales reversibles es el más extendido. Otras alternativas son los sistemas electroquímicos (baterías), los eléctricos (condensadores, supercondensadores y superconductores), las células de combustible³ (químicos) y los sistemas térmicos (que hacen uso del calor latente por cambio de fase). En el gráfico 4 se muestra la capacidad mundial instalada, a la altura de 2018, de los principales sistemas. Como se puede observar, las diferencias entre el bombeo hidráulico y el resto de los sistemas es amplísima, de dos órdenes de magnitud con respecto a la segunda tecnología por capacidad. No obstante, esta

³ Se conoce como célula o celda de combustible al dispositivo electroquímico que transforma de forma directa la energía química en energía eléctrica. La reacción tiene lugar en una celda con ayuda de un catalizador.

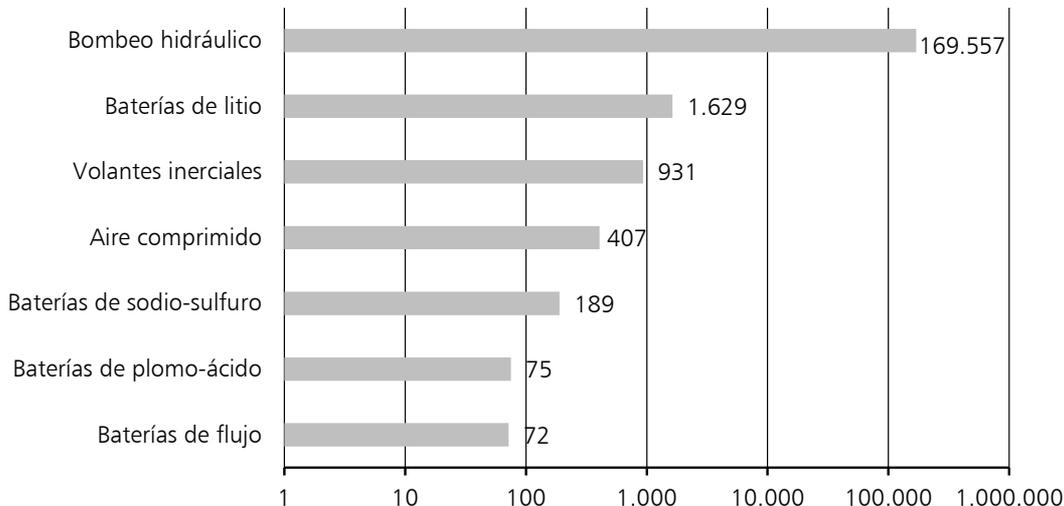
potencia representa una fracción mínima de la potencia instalada total en el mundo.

Conscientes de la necesidad de complementar el desarrollo del vector eléctrico con sistemas de almacenamiento adecuados, se están investigando nuevas formas de almacenamiento que puedan tanto dar servicio al transporte, como mitigar las variaciones estacionales de la producción eléctrica. Por ahora, la propuesta más viable parece ser la del hidrógeno generado por hidrólisis del agua con electricidad de origen renovable, lo que denominan “hidrógeno verde”. Su ventaja radica en que puede ser usado como combustible convencional no contaminante y cuyo único residuo es agua, y también puede ser utilizado en pilas de hidrógeno que producen directamente electricidad y agua. Actualmente el hidrógeno se usa en la fabricación de fertilizantes, en la industria química y en refinerías, y la mayor parte se obtiene a partir de hidrocarburos (principalmente gas natural). La posibilidad de producir hidrógeno por electrolisis del agua es la más prometedora, en un marco de gran preocupación por las emisiones de GEI y las consecuencias del cambio climático: la única alternativa sostenible sería la de aprovechar la sinergia entre las renovables intermitentes y el hidrógeno como almacenamiento y como combustible de sustitución para los vehículos.

La transición al hidrógeno necesita de tiempo para madurar y ser precedida de la electrificación de las aplicaciones de consumo final. Además, desarrollar una red específica de distribución de hidrógeno requeriría de grandes inversiones. Se trata, pues, de una solución complementaria y adecuada para países con alta presencia de fuentes renovables intermitentes. A título informativo, el hidrógeno producido a través de renovables tiene un coste entre 1,5 y 5 veces superior al del hidrógeno obtenido a partir del gas natural (IRENA, 2019). Además, la eficiencia de conversión de energía en hidrógeno, su transporte y conversión posterior a electricidad es baja, por lo que reducir todas esas mermas es vital para poder competir como alternativa viable al uso de combustibles fósiles.

GRÁFICO 4

CAPACIDAD MUNDIAL INSTALADA DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (2018, MW) (*)



(*) Eje horizontal en escala logarítmica.

Fuentes: Elaboración propia con datos de Mongird *et al.* (2019). Para más información sobre almacenamiento, véase Gómez-Calvet, Gómez-Calvet y Martínez-Duart (2020).

6. CONCLUSIONES

Energía y medio ambiente son dos asuntos de plena actualidad y que, seguro, continuarán en primera posición de las agendas de gobiernos y medios de comunicación en los próximos años o lustros. La preocupación por el cambio climático y por sus consecuencias a largo plazo han situado el concepto de sostenibilidad en el centro de las estrategias de política energética. Como señaló el Informe Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987), las decisiones han de imbricarse en una estrategia de largo plazo y tomarse desde una perspectiva multidimensional. Entre las dimensiones en cuestión, tres concentran las preocupaciones actuales: el cambio climático, las tensiones geopolíticas y, no con menor importancia, el impacto de la problemática energética en la economía. Sobra decir que las tres están estrechamente entrelazadas y que las decisio-

nes futuras habrán de salvaguardar el necesario equilibrio entre ellas.

Este artículo contribuye con su análisis a ese mensaje de equilibrio. Propone un análisis de la intensidad energética por sectores que sirva para descubrir problemas, pero también referentes de mejora. Solo así se pueden establecer métricas e incentivos para mejorar la eficiencia y la generación de valor. En el caso español, el análisis de la intensidad energética sectorial, en comparación con la europea, revela una industria manufacturera con intensidad alta y coeficiente de variación bajo, lo que significa que, en el periodo de seis años estudiado, el balance entre la energía consumida y el valor generado siempre es peor que el correspondiente a la media de la UE. Lo que ocurre con la industria manufacturera representaría un obstáculo de cierta consideración para la mejora de la intensidad energética necesaria para reducir nuestra dependencia energética del exterior, reducir las emisiones de GEI y mejorar los resul-

tados en términos de producción de bienes y servicios y de bienestar. Y también es fundamental lo que ocurra con el transporte, pues el éxito de su descarbonización depende del éxito del vector eléctrico y del uso del hidrógeno (verde). Ambos sectores han de ser seguidos de cerca, pues sin sus contribuciones difícilmente será posible reducir emisiones y mantener el nivel de bienestar alcanzado en Europa.

Este bienestar no puede entenderse sin incorporar una situación medioambiental saludable, por lo que la adopción de estrategias de reducción de emisiones de GEI a largo plazo es clave. Las observaciones relativas al aumento de la temperatura global y los cambios en el régimen de pluviosidad indican que están aconteciendo cambios en la climatología cuyas consecuencias son imprevisibles. La hoja de ruta española para la descarbonización, materializada en el PNIEC es un buen punto de partida, toda vez que establece objetivos ambiciosos y necesarios. El cumplimiento de este plan debe evaluarse seriamente, complementándolo con estrategias adicionales, como, por ejemplo, el diseño de una hoja de ruta para fomentar el almacenamiento estacional que permita, junto al fomento de las renovables, independizarnos todo lo posible de los combustibles fósiles.

BIBLIOGRAFÍA

AZHGALIYEVA, D., LIU, Y. y LIDDLE, B. (2020). An empirical analysis of energy intensity and the role of policy instruments. *Energy Policy*, 145, 111773.

BONEVA, S. (2018). Analysis of the energy dependence of the European Union. *European Journal of Economics and Business Studies*, 4(1), pp. 42-48.

COMISIÓN EUROPEA. (2015). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones. Estrategia marco para una unión de la energía resiliente con una política climática prospectiva. COM(2015)80 final.

ENERDATA. (2022). Natural gas consumption trend over 1990-2021. <https://yearbook.enerdata.net/natural-gas/gas-consumption-data.html>

EUROPEAN COMMISSION. (2019). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. COM(2019)640 Final.

EUROPEAN COMMISSION y EUROSTAT. (2021). *Eurostat regional yearbook: 2021 edition*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. (2022). Approximated estimates for greenhouse gas emissions. https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/cf5d3c5400474c658dc40b660f3caed3

EUROSTAT. (2022a). Energy imports dependency [nrg_ind_id].

EUROSTAT. (2022b). Simplified energy balances [nrg_bal_s].

EUROSTAT. (2022c). Share of energy from renewable sources [nrg_ind_ren].

EUROSTAT. (2022d). Physical energy flows accounts indicators [INDIC_PEFA].

EUROSTAT. (2022e). National accounts aggregates by industry [NAMA_10_A64].

GÓMEZ-CALVET, R., GÓMEZ-CALVET, A. y MARTÍNEZ-DUART, J. (2020). Large-scale integration of variable renewable resources. En J. REN (Ed.), *Renewable-energy-driven future* (pp. 233-256). Waltham: Elsevier.

HOGAN, W. W. (2022). Electricity market design and zero-marginal cost generation. *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 9, pp. 15-26.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). (2020). *Energy Technology Perspectives 2020*. París: IEA.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). (2021). *Spain 2021. Energy Policy Review*. París: IEA.

IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). (2022). Climate change. Energy sector is central to efforts to combat climate change. <https://www.iea.org/topics/climate-change>

IRENA. (2019). *Hydrogen: A renewable energy perspective—report prepared for the 2nd hydrogen energy ministerial meeting in Tokyo*. Abu Dhabi: IRENA.

LU, W.-C. (2017). Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: a panel cointegration analysis for 16 Asian countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11), 1436.

MARRERO, G. A. y RAMOS-REAL, F. J. (2013). Activity sectors and energy intensity: Decomposition analysis and policy implications for European countries (1991-2005). *Energies*, 6, pp. 2.521-2.540.

MEDLOCK III, K. B. y SOLIGO, R. (2001). Economic development and end-use energy demand. *The Energy Journal*, 22(2), pp. 77-105.

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (2021). Resolución de 25 de marzo de 2021, conjunta de la Dirección General de Política Energética y Minas y de la Oficina Española de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de marzo de 2021, por el que se adopta la versión final del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030. *Boletín Oficial del Estado*, 77, pp. 36.796-37.220.

MONGIRD, K. et al. (2019). *Energy storage technology and cost characterization report*. U.S. Department of Energy. <https://energystorage.pnnl.gov/pdf/PNNL-28866.pdf>.

MORETT SÁNCHEZ, J. C. (2021). La dependencia energética de los países subdesarrollados. *Human Review*, 10(1), pp. 19-36.

PÖRTNER, H. O. et al. (Eds.) (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation*

and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.

RAHMAN, M. M., SULTANA, N. y VELAYUTHAM, E. (2022). Renewable energy, energy intensity and carbon reduction: Experience of large emerging economies. *Renewable Energy*, 184, pp. 252-265.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. (1987). Report of the world commission on environment and development: Our common future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

PANORAMA SOCIAL

Números publicados

2005

- N.º 1. España 2005: Debates y procesos sociales
- N.º 2. Dependencia y autonomía personal: Dilemas y compromisos

2006

- N.º 3. Infancia y juventud: Nuevas condiciones, nuevas oportunidades
- N.º 4. Envejecimiento y pensiones: La reforma permanente

2007

- N.º 5. El medio ambiente a principios del siglo XXI: ¿Crisis o adaptación?
- N.º 6. La reforma de la Universidad: Vectores de cambio

2008

- N.º 7. Las claves de la sanidad futura: Investigación y gestión
- N.º 8. Inmigrantes en España: Participación y convivencia

2009

- N.º 9. Tercer Sector y voluntariado
- N.º 10. Familias en transformación

2010

- N.º 11. Envejecimiento, adaptación y cambio social
- N.º 12. Empleo, desempleo y pobreza

2011

- N.º 13. Retos actuales de la sociedad española
- N.º 14. El ocio de los españoles

2012

- N.º 15. Generaciones y relaciones intergeneracionales
- N.º 16. Imagen y presencia exterior de España

2013

- N.º 17. La ciudadanía europea en la encrucijada
- N.º 18. Las nuevas tecnologías y su impacto social



PANORAMA SOCIAL

Números publicados

2014

N.º 19. Comida y alimentación: hábitos, derechos y salud

N.º 20. Pobreza infantil

2015

N.º 21. Educación, investigación e innovación, bases de un modelo productivo de futuro

N.º 22. Un balance social de la crisis

2016

N.º 23. Retos demográficos

N.º 24. El nuevo escenario migratorio en España

2017

N.º 25. Las desigualdades digitales. Los límites de la Sociedad Red

N.º 26. La inclusión de las personas con discapacidad en España

2018

N.º 27. Brechas de género

N.º 28. Envejecimiento de la población, familia y calidad de vida en la vejez

2019

N.º 29. Pobreza y rentas mínimas

N.º 30. Opinión pública y encuestas

2020

N.º 31. El campo y la cuestión rural: la despoblación y otros desafíos

N.º 32. Ciudades: luces y sombras de un mundo cada vez más urbano

2021

N.º 33. Los estragos sociales de la pandemia ante el horizonte post-COVID

N.º 34. El trabajo y el empleo del futuro: debates, experiencias y tendencias

2022

N.º 35. Educación financiera en España: balance y perspectivas

PUBLICACIONES DE FUNCAS**Últimos números publicados:****PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA**

N.º 173. La economía española durante la pandemia

PANORAMA SOCIAL

N.º 35. Educación financiera en España: balance y perspectivas

CUADERNOS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA

N.º 291. Presupuestos 2023 y nuevos escenarios monetarios

SPANISH ECONOMIC AND FINANCIAL OUTLOOK

Vol. 11, N.º 6 (2022). A preview and assessment of Spain's budget for 2023

PAPELES DE ENERGÍA

N.º 19. Diciembre 2022

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

N.º 99. Cuarenta años después: la sociedad civil española, de un primer impulso a una larga pausa

LIBROS

Manual de Economía Española / María José Moral; Fernando Pampillón; Orencio Vázquez Oteoo

PRECIO DE LAS PUBLICACIONES**AÑO 2023**

Publicación	Suscripción		
	Suscripción anual	Edición papel (euros)	Gastos de envío (euros)
Papeles de Economía Española	4 números	55	España 8
			Europa 40
			Resto del mundo 80
Cuadernos de Información Económica	6 números	45	España 12
			Europa 60
			Resto del mundo 120
Panorama Social	2 números	25	España 4
			Europa 20
			Resto del mundo 40
Spanish Economic and Financial Outlook	6 números	35	España 12
			Europa 60
			Resto del mundo 120
Papeles de Energía	4 números	25	España 8
			Europa 40
			Resto del mundo 80
Publicaciones no periódicas (Libros, Estudios...) disponibles solamente en formato digital gratuito.			

Los precios incluyen el IVA.

Forma de pago: domiciliación bancaria, transferencia bancaria.

Descuento editorial: 10 % a bibliotecas, librerías y agencias.

Todas nuestras publicaciones se pueden descargar, de forma gratuita, en www.funcas.es**<http://www.funcas.es/Publicaciones>****publica@funcas.es**



Pedidos e información:

Funcas

Caballero de Gracia, 28

28013 Madrid

Teléfono: 91 596 57 18

Fax: 91 596 57 96

publica@funcas.es

www.funcas.es

ISSN 1699 - 6852



9771699685007