

Transición energética y sistema financiero

Jaime Terceiro Lomba (*)

(*) Jaime Terceiro Lomba es catedrático del Departamento de Análisis Económico y Economía Cuantitativa de la Universidad Complutense.

Resumen

Después de una breve exposición de la evidencia científica sobre el cambio climático (CC), se pone especial énfasis en la caracterización del problema desde un punto de vista económico, para luego repasar cuáles son las estrategias que los distintos grupos de interés han utilizado para dificultar la transición energética. Se confirma que lo han hecho con éxito, ya que, como se razonará, tal transición todavía no ha comenzado. A continuación se analizan los intentos de alcanzar acuerdos dentro de coaliciones internacionales para definir un precio del carbono que tenga en cuenta su coste social y facilite la transición a otro sistema energético descarbonizado. Se exponen las causas de los magros resultados que se han obtenido, derivados de que ninguno de estos acuerdos cumplió los tres requisitos básicos que los deben caracterizar: ser eficaces, ser equitativos y ser creíbles.

En la segunda parte del trabajo se hace referencia a los riesgos y a las oportunidades que la transición energética presenta en el sistema financiero. Se hace especial hincapié en los problemas potenciales que puede generar a la estabilidad financiera el retraso en la toma de decisiones, tanto en la publicación de información financiera de los agentes relacionados con el CC como en la consideración de los riesgos derivados de la transición energética. Se constata que el relato de la gravedad del problema que representa el CC está asumido por la mayoría de las instituciones financieras, incluyendo las reguladoras y las reguladas. Sin embargo, es también evidente el poco progreso que, en la práctica, se ha conseguido para abordar con determinación y rigor este crítico problema. Se termina explicando que, en las circunstancias actuales, no parece razonable esperar que el sistema financiero desempeñe un papel significativo en la canalización de los considerables recursos económicos necesarios para la financiación de una nueva infraestructura energética.

1 Introducción

La temperatura media de la superficie de la Tierra es hoy 1 °C superior a su valor de antes de la industrialización de nuestras economías, tomando como referencia el valor medio del período 1850-1900. Se requerirán cambios muy profundos en nuestro modelo de crecimiento para conseguir mantener tal subida por debajo de los 2 °C. Traspasado ese límite, la ciencia advierte de la alta probabilidad de que nuestro medio natural sufra cambios drásticos e irreversibles, que pondrían en peligro el bienestar de las futuras generaciones.

Más aún, los últimos estudios y las evidencias empíricas señalan que la realidad del cambio climático supera las previsiones más pesimistas y que sería exigible que ese umbral se fijara en 1,5°C. Afrontar este problema requiere, ineludiblemente, romper, o debilitar drásticamente, el fuerte vínculo que existe entre la actividad económica y la emisión de una serie de gases causantes del llamado «efecto invernadero».

El «efecto invernadero» es el nombre por el que se conoce un fenómeno natural originado por varios gases presentes en la atmósfera, que condicionan la temperatura de la Tierra y sin los cuales esta sería, aproximadamente, de 21 °C menos, lo que la haría inhabitable. Además del vapor de agua, los principales gases de efecto invernadero (GEI) son los siguientes: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de azufre (SF₆), los compuestos perfluorados (PFC) y los hidrofluorocarburos (HFC). Aunque la concentración atmosférica y las características de cada uno de estos gases son distintas (en particular, su capacidad para absorber la radiación terrestre), en la práctica su efecto conjunto se convierte en términos de concentración equivalente de CO₂. En todo caso, hay que resaltar que el principal GEI es el CO₂, que en los últimos dos siglos ha contribuido, aproximadamente, al 80 % de dicho efecto.

El proceso de efecto invernadero puede describirse de manera elemental como sigue: la Tierra recibe la energía procedente del Sol en ondas de alta frecuencia que traspasan la atmósfera con suma facilidad y que se reflejan en la superficie terrestre. Esta, a su vez, las devuelve hacia el espacio, pero en una frecuencia sensiblemente menor, debido a que su temperatura es más baja. No obstante, no todas estas radiaciones vuelven al espacio, puesto que los GEI absorben una parte sustancial, en la medida en que estas tienen una capacidad de penetración menor que las que proceden directamente del Sol. Se alcanza así un equilibrio térmico cuando la energía que proviene del Sol se compensa con la que se irradia al espacio.

Resulta obvio que este equilibrio térmico puede verse seriamente afectado si, por cualquier causa, los GEI aumentan su concentración en la atmósfera. Esto produciría una mayor absorción de las radiaciones reflejadas en la superficie terrestre y una reducción en la expulsión de calor al espacio, todo lo cual se traduciría en un mayor calentamiento del planeta. Es lo que conocemos como «efecto invernadero». Este proceso de calentamiento global está en el origen del CC, entendido como un cambio significativo y permanente de los estándares globales o locales del clima. Se manifiesta en el calentamiento de la atmósfera y de los océanos, en los cambios del ciclo del agua, en la pérdida de superficie y de masa de hielo y de nieve, en el aumento del nivel del mar y en la aparición de nuevos fenómenos climáticos extremos. El *stock* de GEI acumulado en la atmósfera condicionará, en gran medida, la dinámica del incremento del calentamiento global. Este efecto será duradero y permanecerá durante siglos, incluso si a partir de un determinado momento los flujos de GEI disminuyeran drásticamente.

2 Evidencia del cambio climático

Las propiedades de los GEI fueron analizadas por el físico francés Jean-Baptiste Fourier en la década de 1820, y fue el químico sueco Svante Arrhenius, premio nobel en 1903, quien en 1896 sostuvo, por primera vez, que los niveles de concentración de CO₂ afectan al balance térmico de la Tierra. Hace, pues, más de 120 años que la ciencia se está pronunciando sobre este grave problema.

En este hecho ha puesto énfasis el nobel de economía del pasado año, William D. Nordhaus (2018a), con las palabras que pronunció en el transcurso del banquete del premio, el 10 de diciembre de 2018, al afirmar que «la ciencia del cambio climático se fundó en 1896, el mismo año en que Alfred Nobel murió y estableció estos premios. En ese año, el químico sueco Svante Arrhenius proporcionó la primera predicción numérica del impacto de la duplicación del dióxido de carbono en la atmósfera. Su estimación de que representaría un incremento de 5,1 °C es notablemente cercana a las cifras proporcionadas por los modelos más validados en la actualidad».

El análisis de la actividad económica de los últimos siglos pone de manifiesto la clara relación causal que existe entre crecimiento económico y emisión de GEI, de tal manera que su concentración en la atmósfera ha ido aumentando paulatinamente y de forma ininterrumpida con los flujos de las emisiones. Por otra parte, estos flujos han ido variando de acuerdo con los correspondientes ciclos económicos, con la transformación de la industria de generación de energía eléctrica y con los cambios en la utilización del suelo. Los indudables desarrollos tecnológicos han hecho que, a lo largo del tiempo, cada unidad de PIB requiera menos emisiones de GEI, es decir, lo que se denomina «intensidad del carbono en la economía» ha ido disminuyendo ligeramente. Sin embargo, no se está produciendo mejora alguna en el indicador que se conoce como «intensidad del carbono en el suministro energético» (emisiones de CO₂/suministro total de energía primaria), que prácticamente se mantiene constante. Es evidente que hay mucho margen de mejora en este indicador o, dicho de otro modo, que hace falta suministrar energía primaria que genere menos emisiones de CO₂.

El sitio web de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) [véase NOAA (2019a)] pone de manifiesto que en el año 2018 el valor medio de la concentración en la atmósfera de GEI, equivalente en términos de CO₂, fue de 496 partes por millón (ppm), que son las unidades en las que se expresan este tipo de concentraciones, mientras que en el año 2000 su valor fue de 441 ppm. Para la concentración media anual que corresponde, exclusivamente, al CO₂, estos valores fueron 408,5 ppm para 2018 y 369,5 ppm para el año 2000.

No deja de ser decepcionante contrastar que, en los años en los que se debate cómo deberíamos reducir las emisiones de CO₂, se está acelerando llamativamente

la cantidad de CO₂ que estamos introduciendo en la atmósfera. En efecto, tres de los cuatro últimos incrementos anuales de CO₂ han sido los más altos de los registrados directamente desde el año 1959 en el observatorio de la NOAA en Mauna Loa, en Hawái [véase NOAA (2019b)]. Desde las 280 ppm del período preindustrial, esta concentración ha aumentado un 46 %.

En fin, como se recoge en el reciente informe *Estado del clima en 2018*, de septiembre de 2019 [véase NOAA (2019c)], los niveles de GEI son los más altos registrados en los últimos 800.000 años. Los registros corresponden a mediciones directas de los últimos 60 años y a los valores calculados a partir de muestras de las burbujas de aire atrapadas en las sucesivas capas, a diversos niveles de profundidad, en las plataformas de hielo de la Antártida y de Groenlandia, que datan de hasta hace 800.000 años. Este es un informe de carácter anual, elaborado desde hace 29 años, liderado por científicos de la NOAA y publicado en el *Boletín de la Sociedad Americana de Meteorología*. A su contenido contribuyen más de 500 científicos pertenecientes a 65 países.

Como resultado de los avances de las últimas décadas, la ciencia del CC permite diferenciar qué parte del calentamiento global se debe a la actividad humana y qué otra parte se debe al proceso de evolución natural, ya que, desde luego, hay factores naturales que también afectan a la evolución de la temperatura, como la posición relativa de la órbita terrestre con relación al Sol, y cambios en la actividad volcánica y en la actividad solar. Pero lo cierto es que los resultados científicos dicen, por ejemplo, que en los últimos 50 años estos efectos naturales, de forma conjunta, han contribuido, aunque sea muy débilmente, al enfriamiento de la Tierra y no a su calentamiento —véase el Índice de Calentamiento Global (GWI, por sus siglas en inglés) [GWI (2019)], publicado conjuntamente por la Universidad de Oxford y la Universidad de Leeds—.

Puesto que el análisis del proceso del CC requiere la utilización de modelos complejos y calibrados que incorporan múltiples y diversos aspectos de las ciencias de la naturaleza, suele atribuírsele una cierta falta de transparencia, que en el debate público se usa con frecuencia para cuestionar sus resultados. Por esta razón, y para aquellos economistas interesados en este problema, pueden ser de interés los trabajos de Stock (2019a y b), que mediante un riguroso y legible análisis econométrico validan los resultados de este tipo de modelos más complejos. En efecto, James H. Stock llega también a la conclusión de que, esencialmente, todo el incremento de temperatura habido desde el período preindustrial es de carácter antrópico y que en dos terceras partes es posterior a 1975.

Cabe recordar que, en ausencia de GEI, la temperatura media de la Tierra sería de -6 °C, mientras que, con los gases que hoy están presentes en la atmósfera, es de 15 °C, es decir, 21 °C superior. Es obvia, pues, la enorme sensibilidad de la temperatura a los niveles de concentración de los GEI. Por esa razón son tan preocupantes los

incrementos que han tenido lugar en la concentración de GEI desde antes de la industrialización. El problema no es simplemente el de un incremento de la temperatura, sino también el de un cambio drástico de las condiciones en las que la humanidad y los ecosistemas se han venido desarrollando a lo largo del tiempo. No obstante, las expresiones «cambio climático» y «calentamiento global» suelen utilizarse indistintamente para describir este fenómeno.

Hoy resulta ya una tarea imposible recoger en un texto como este la ingente cantidad de información publicada y validada en el ámbito científico, así como los análisis de instituciones y de organizaciones que confirman que el CC que está teniendo lugar tiene un origen antrópico. Desde luego, este no es el lugar para referirse en detalle a tan sólida evidencia científica. Los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) [véase IPCC (2014)] lo hacen con sobrado rigor. Concretamente, en sus informes de síntesis se recogen y resumen las actividades del Grupo de Trabajo I, que es el responsable de actualizar la base científica del CC, y de los grupos II y III, que son los responsables de evaluar los impactos del CC en los sistemas humanos y naturales, así como los medios para afrontar el desafío que representan.

Debe recordarse que el IPCC fue creado en 1988 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y por la Organización Meteorológica Mundial, y que no lleva a cabo investigaciones propias, sino que en sus informes utiliza el material de la literatura científica más acreditada y revisada. En ese mismo año, la Asamblea General de las Naciones Unidas hizo suya la decisión de que se creara el IPCC. El primer informe del Grupo fue publicado en 1990, y los siguientes, en 1995, 2001, 2007 y 2013-2014. En 2007 el Grupo recibió el Premio Nobel de la Paz. Actualmente, 195 países son miembros del IPCC. El Grupo de Expertos se reúne por lo menos una vez al año en sesión plenaria.

3 Economía de la transición energética

El profesor Nordhaus subrayó en su mencionada intervención en la ceremonia de entrega de los Premios Nobel que, «durante el último medio siglo, todas las implicaciones del cambio climático y sus impactos han sido ilustrados por la investigación de científicos en diferentes campos. Estos estudios muestran una imagen cada vez más grave de nuestro futuro bajo un cambio climático incontrolado. La contribución de la economía a este proceso es reconocer que el cambio climático es un efecto secundario, dañino y no deseado del crecimiento económico, que conocemos como una externalidad».

En efecto, existen externalidades cuando no todos los costes o los beneficios de una actividad pueden ser asignados exclusivamente a su titular y, por tanto, este

puede no tenerlos en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre la asignación de sus recursos. Generalmente, la presencia de externalidades da lugar a que el equilibrio que se alcanza en el marco de un sistema competitivo no sea óptimo. Así, las ineficiencias surgen porque, al considerar exclusivamente sus propios costes, el productor del bien que genera la externalidad produce una cantidad de este bien inferior, en el caso de externalidades positivas, o superior, en el caso de externalidades negativas, a la que correspondería a la situación óptima. Está claro que, en el caso de las emisiones de CO₂, los responsables generan externalidades negativas, ya que infligen daños a otros sujetos económicos. La causa de estos daños estriba en que los precios asignados a este tipo de bienes no reflejan los costes de haber emitido GEI.

Esta externalidad tiene cuatro características básicas. En primer lugar, su globalidad; es decir, las emisiones de GEI originadas en China tienen el mismo efecto que las generadas en España. En segundo lugar, el largo plazo de su impacto, ya que, una vez en la atmósfera, este tipo de gases permanece allí durante períodos muy dilatados de tiempo, por siglos incluso, de tal manera que el clima dentro de 50 años ya está condicionado por las emisiones y los niveles de concentración de GEI de hoy. En tercer lugar, la incertidumbre; es decir, no se puede abordar la problemática del CC en un entorno determinista, ya que no se sabe con certeza cuáles son los efectos finales; en todo caso, los avances científicos de los últimos años permiten establecer un conjunto de predicciones dentro de intervalos de confianza razonables. Y, en cuarto lugar, su capacidad potencial de originar cambios y daños radicales e irreversibles. Como se afirmaba hace ya más de diez años, en abril de 2008, en el primer párrafo del capítulo sobre el CC del *World Economic Outlook*, del Fondo Monetario Internacional [IMF (2008)], «el CC es una externalidad global potencialmente catastrófica y uno de los mayores problemas de acción colectiva a nivel mundial».

En la medida en que en la utilización de combustibles fósiles no se tengan en cuenta las externalidades negativas que generan, especialmente las emisiones de GEI, cabe afirmar que esta energía, en realidad, está doblemente subvencionada. Por una parte, porque no refleja los costes medioambientales y, por otra, de acuerdo con las cifras proporcionadas por la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) [véase IEA (2019a)], porque en 2018 los combustibles fósiles recibieron de forma directa más de 400.000 millones de dólares en subvenciones al consumidor final o como *inputs* a la generación de energía eléctrica. De esta última cifra, alrededor del 30 % corresponde a los países del G-20. Las variaciones que se pueden observar en estas cifras de un año a otro están asociadas, básicamente, al descenso de los precios internacionales de la energía, y no a un cambio de la política de subvenciones. Todo ello pese a los reiterados llamamientos en las reuniones del G-20, desde 2010, para «racionalizar y eliminar a medio plazo los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan un consumo desproporcionado» [véase IEA (2010a y b)].

Los instrumentos de política económica que se han diseñado para abordar la problemática del CC tienen distintos fundamentos teóricos y diferentes niveles de sofisticación. Su complejidad deriva de que han de considerar muchos sectores económicos y países con niveles de desarrollo muy distintos, y, en fin, del hecho de que deben atender a los diversos poderes y grupos de presión representados por los agentes con intereses en este proceso: los *stakeholders*.

Son tres los criterios que deben guiar la evaluación de las políticas de CC. En primer lugar, la efectividad, es decir, tienen que dar como resultado niveles de emisión de GEI que mantengan los riesgos derivados del CC en niveles aceptables. En segundo lugar, la eficiencia, es decir, deben minimizar los costes asociados al proceso de reducción de emisiones. Y, en tercer lugar, la equidad, que, en este caso, no es un requisito menor, ya que los países desarrollados son los responsables de la mayor parte de las emisiones pasadas y los países subdesarrollados son los que sufrirán las consecuencias del CC en mayor medida.

Cabe agrupar las medidas de carácter económico en dos grandes categorías: por un lado, los instrumentos de mandato y control, y, por otro, los instrumentos de mercado.

Las regulaciones de mandato y control exigen un determinado comportamiento a los agentes económicos, que normalmente se traduce en fijar límites máximos de emisión de gases y en penalizar su incumplimiento. En un principio, la certidumbre que tales métodos proporcionan aparece como una ventaja, dado que, al obligar al cumplimiento de la norma, se alcanzan los objetivos de emisiones propuestos. Sin embargo, en términos de eficiencia económica, solo aseguran una eficiencia estática y, además, solo lo hacen bajo el supuesto, irreal en la práctica, de que todos los agentes afectados por la regulación tengan la misma curva de costes marginales de reducción de emisiones. En teoría, esta clase de regulaciones trata a todos los agentes por igual, aunque en la práctica ciertas exenciones suelen romper con el principio de equidad. La falta de eficiencia y los pocos incentivos que generan para la innovación son argumentos suficientes para que no se empleen. Estas regulaciones pueden estar justificadas cuando el nivel óptimo de emisiones es nulo o muy bajo, o cuando los agentes operan en entornos no competitivos y, por tanto, no son sensibles a las variaciones en los precios.

Los instrumentos de mercado son aquellos que generan incentivos para que los agentes económicos reduzcan sus emisiones o desarrollen tecnologías menos contaminantes. Se ha visto que la emisión de GEI da lugar a externalidades negativas, que generan una divergencia entre los costes privados y los costes sociales de las emisiones que conduce a la ineficiencia económica.

Principios económicos elementales indican que el único camino para mitigar la emisión de GEI pasa por igualar ambos tipos de costes —los privados y los

sociales—, lo que equivale a transmitir al usuario el coste correspondiente. Los mismos principios señalan también que es muy poco realista esperar reducciones sustanciales apelando solamente a actitudes responsables de los ciudadanos que conduzcan a cambios en sus hábitos de consumo hacia productos menos intensivos en carbono.

En este contexto son dos los enfoques teóricos que se utilizan para abordar las externalidades negativas: la fijación de impuestos, que sigue el trabajo pionero de Pigou (1920), y la implantación de mercados de permisos de emisión transferibles, del tipo *cap and trade*, con el soporte del teorema de Coase (1960) [véase Terceiro (2009) para una exposición más detallada]. En todo caso, adoptar una solución u otra es un debate secundario, en lo que aquí respecta, que no cuestiona el principio básico de igualar los costes privados de emitir GEI con los costes sociales.

Las críticas que, de forma tan superficial, suelen hacerse a las subvenciones a las energías renovables carecen, a menudo, de fundamento económico. A diferencia de las energías fósiles, las renovables generan externalidades positivas, pues los desarrollos de una determinada empresa pueden ser emulados con rapidez por otras, que incluso no pertenezcan al mismo sector, y por tanto no recoge todo el beneficio generado de su inversión. Este proceso es el que se conoce como «*spillover* tecnológico», que no es más que el beneficio externo que se origina cuando el conocimiento derivado de la inversión inicial se extiende a otras empresas e individuos. Esta posibilidad de apropiación por parte de terceros conduce a un nivel de inversión inferior al socialmente deseado. De manera análoga a la utilización de impuestos en el caso de externalidades negativas se justifican las correspondientes subvenciones, que suelen concretarse en normas legales que incentiven determinadas tecnologías y que establezcan los marcos institucionales adecuados.

La solución al problema del CC pasa necesariamente por corregir de forma simultánea los dos tipos de fallos de mercado que se presentan en esta situación: las externalidades negativas que se generan en la emisión de GEI y las positivas que se generan en el desarrollo y en el despliegue de las energías renovables.

Es obvio que, aunque este planteamiento teórico es impecable, la dificultad práctica surge a la hora de valorar las externalidades positivas. A esto se añaden los problemas que se originan al fijar la complementariedad o sustituibilidad entre la inversión pública y la privada. No es de extrañar, por consiguiente, que en este ámbito haya tanto éxitos como fracasos. Sin embargo, y en lo que se refiere a la propuesta de facilitar una adecuada transición energética, el hecho de que el problema que aborda tenga las especiales características de globalidad, largo plazo, incertidumbre e irreversibilidad a las que se ha aludido, además del carácter de bien público de la estabilidad del clima, hace que las políticas públicas deban desempeñar un papel más relevante que en otras situaciones de externalidades negativas. Debería considerarse como una circunstancia análoga a la que se da con

las externalidades positivas que genera la educación, que justifica la financiación pública que esta recibe, aun cuando también son muy difíciles de evaluar.

Una vez más, en este aspecto, los intereses de las energías fósiles han estado mejor representados no solo en los Gobiernos, sino también en los medios de comunicación, ya que la opinión pública tiene una idea exagerada sobre la cifra de subvención a las energías renovables, cuando hay que advertir que no alcanza la mitad de la que reciben las energías fósiles. Y ello sin tener en cuenta, como se ha señalado, que el precio de los combustibles sólidos lleva implícita una subvención varios órdenes de magnitud superiores a la aquí citada, al no incluir el coste de las externalidades negativas que generan.

4 Grupos de interés y mercaderes de la duda

Es bien sabido que hoy se vive en un mundo en el que está aumentando exponencialmente la circulación de mitos, promesas ilusorias y hechos no validados científicamente, así como la negación de aquellos que sí lo están. En algún caso cabe hablar de simples mentiras, y esto sucede en muchos ámbitos y niveles. Desde luego esta realidad no se da solamente en el ámbito del CC, sino también en otros muchos aspectos de las ciencias sociales y de la naturaleza.

Por ejemplo, en junio de 2017, Estados Unidos se desvinculó de los acuerdos alcanzados en la Conferencia de París de 2015 sobre CC, con la siguiente afirmación de su presidente: «Para cumplir mi solemne deber de proteger a Estados Unidos y a sus ciudadanos, Estados Unidos se retirará del acuerdo climático de París». Y lo hizo con un discurso en el que dio 18 razones para justificar tal decisión. Merece la pena analizar el documento hecho público, dos meses más tarde, por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear de Alemania, en el que se refutan todas y cada una de estas 18 razones. A la vista de los textos aprobados en la Conferencia de París, 12 de estas pretendidas razones son falsas y las otras 6 son afirmaciones, simplemente, equívocas.

Como bien señala Pinker (2018) en su reciente libro *En defensa de la Ilustración*, «Sin embargo, en la actualidad la belleza y el poder de la ciencia no solo son poco valorados, sino que se antojan extremadamente molestos. El desdén por la ciencia puede constatarse en ámbitos sorprendentes: no solo entre fundamentalistas religiosos y políticos ignorantes, sino también entre muchos de nuestros intelectuales más adorados y en nuestras más augustas instituciones de enseñanza superior».

Vale la pena, entonces, resumir el tipo de estrategias que hay detrás de estos comportamientos, que llevan varias décadas retrasando el abordar con

determinación y rigor una verdadera transición energética. Estas maniobras nos están situando en una posición peligrosa, en la que nos estamos jugando mucho, y que el profesor Nordhaus (2015) ha llamado el «casino climático».

En primer lugar, hay que señalar que en la ciencia del CC la mayor parte de las afirmaciones se hacen en términos de probabilidad —y, como consecuencia, no cabe pronunciarse con certeza absoluta sobre los resultados que la ciencia del CC proporciona—. En esta situación de falta de certidumbre, aquellos que cuestionan los logros científicos venden a la opinión pública la «duda como producto». Así lo describen Oreskes y Conway (2010) en su original libro *Mercaderes de la duda*. Señalan, con múltiples ejemplos, que la estrategia que utilizó, y sigue utilizando, la industria de la energía fósil es casi idéntica a la que en su día manejó la industria del tabaco.

La respuesta que la comunidad internacional ha dado a esta cuestión aparece recogida en el artículo 3 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático [véase UNFCCC (1992)], en vigor desde 1994, donde, entre otras afirmaciones, se mantiene: «Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas [para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos]».

Esta actitud de esperar a que las incertidumbres se despejen y, mientras tanto, abordar problemas más urgentes conlleva dos graves inconvenientes: el primero de ellos es que en la espera sigue agravándose el problema y aumentando el *stock* de GEI a tasas muy significativas, con el riesgo de traspasar determinados y peligrosos umbrales de concentración; el segundo es que también, y mientras tanto, se siguen construyendo infraestructuras de energía fósil y comprometiendo inversiones y capital en cifras tremendamente elevadas. Esta forma de proceder agravará el problema del conjunto de activos relacionados con las energías fósiles, que forman parte de nuestro modelo de crecimiento y que, necesariamente, no serán utilizables en el proceso de transición energética. A este tipo de activos, que conocemos como «activos varados», se hará referencia en la última parte de este trabajo.

Cuando el argumento es el de los altos costes que conlleva combatir el CC, es preciso señalar que no hay que cometer el error de considerar la inversión para mitigar el CC como un ejercicio que consiste en detraer una determinada cantidad de recursos del bienestar social. Más bien hay que considerarla como la elección de una senda distinta para el desarrollo tecnológico y económico que conducirá al uso de energías renovables, con el propósito de evitar riesgos inmensos y no poco probables. En todo caso, el valor de esta inversión es relativamente modesto. Por ejemplo, el coste para Estados Unidos de cumplir con los acuerdos de París (COP21) ha sido estimado recientemente por Heal (2017) en cifras entre el 0,2 % y el 0,7 % del PIB anual. Este sería el coste de reducir en 2050 el 80 % de las emisiones de 2005. Hay que resaltar

que, cualquiera que sea la cifra que se tome sobre el coste de actuar contra el CC, dentro de la natural incertidumbre que entraña un problema de esta naturaleza, siempre será varios órdenes de magnitud inferior a la que, por ejemplo, implicó la última crisis financiera. Debe recordarse que este último coste no debe limitarse, simplemente, a las ayudas que el sistema financiero ha recibido de los Gobiernos. Para caracterizarlo en su conjunto, hay que reparar en las externalidades negativas que ha generado y que han padecido el resto de los agentes económicos y sociales. Gran parte de las consecuencias no han tenido un simple carácter estático, sino que se prolongarán durante años, y algunas otras serán permanentes. Siguiendo este planteamiento, son muy diversos los trabajos que han cuantificado el coste de la crisis financiera. En el anejo 1 del trabajo del Banco Internacional de Pagos [BIS (2010)] se resume esta literatura hasta esa fecha. Los múltiples estudios analizados proporcionan un valor medio de ese coste del 106 % del PIB global anterior a la crisis, y el valor de la mediana se sitúa en el 63 %. En particular, el trabajo de Haldane (2010), economista jefe del Banco de Inglaterra, cifra el coste en una cantidad entre el 90 % y el 350 % del PIB global del año 2009. Este significativo intervalo de variación depende del supuesto que se haga respecto a qué parte de los costes en que se ha incurrido en 2009 son permanentes. Como es bien sabido, cuando se considera el carácter dinámico de esta secuencia anual de pérdidas, una variable fundamental en el resultado final es la tasa de descuento que se utiliza, que en este caso es del 2,5 %.

Otro tipo de oposición a la transición energética procede de que la experiencia demuestra que, en ocasiones, tratar de corregir fallos de mercado mediante una intervención pública empeora la situación de partida. Los ejemplos de malogradas intervenciones públicas están en el origen de muchas de las reticencias para combatir el CC, dada la creencia de que los fallos del regulador superan siempre a los fallos de mercado. Esta manera de pensar tiende a oponerse a cualquier intervención pública y recela de ellas (sin duda, algunas veces con motivo). Puesto que hay constancia de que admitir que el libre uso de combustibles fósiles conlleva costosas externalidades negativas de carácter global y, como consecuencia, se requiere de una decidida intervención pública, de la que muchos recelan, se intenta evitarla tomando el camino más fácil, que es poner en entredicho lo que la ciencia afirma. Dado que la intervención pública no es aceptable, se niega la relevancia de los resultados científicos. Desde este punto de vista, podríamos afirmar que la oposición a la evidencia del CC tiene más que ver con la ideología que con la ciencia.

Sin embargo, el *statu quo* energético, que esta forma de pensar quiere mantener a toda costa, no se caracteriza por una falta de intervención pública. Para ello basta con reconocer, como lo hace el *World Energy Outlook* de la IEA (2018), que más del 70 % de los 2 billones de dólares de inversión anual en energía del mundo —en todas las actividades y sectores— lo llevan a cabo entidades gestionadas por los Gobiernos u otras cuyos ingresos están respaldados y garantizados por una regulación pública.

Podría parecer, entonces, que la defensa del *statu quo* energético no tiene justificación alguna desde aquellas posiciones alérgicas a la intervención pública. La justificación de esta aparente contradicción es la siguiente. Superado un primer curso de Economía, se sabe bien que para que los recursos se asignen de forma eficiente en una economía de mercado han de cumplirse ciertas condiciones. Cuando alguna de ellas no se cumple, se habla de un fallo de mercado. Desde luego, la corrección de tales fallos requiere la intervención pública. Caben, entonces, dos tipos de intervención del Gobierno en la economía: la primera corrige los fallos de mercado y facilita su mejor funcionamiento; la segunda, por el contrario, protege determinados intereses privados en detrimento de la competitividad de la economía. La primera promueve y está a favor de la economía de mercado, y la segunda, simplemente, está a favor de determinadas empresas, que en el sector energético casi siempre protegen el *statu quo*. Por eso hay que diferenciar claramente las políticas económicas a favor del mercado de aquellas otras a favor de las empresas —en este caso, las de combustibles fósiles—.

Por último, hay que destacar la posición, frente al CC, de aquellos que, aceptando la interpretación científica dominante, se limitan a resaltar los que ellos consideran que son aspectos positivos. Sugieren canalizar las inversiones contra el CC hacia otras actividades económicas que generen mayor crecimiento económico hoy, para permitir afrontar en mejores condiciones los costes de adaptación a incrementos de temperatura futuros. En inglés se conocen como *lukewarmers*, que podríamos traducir como «escépticos moderados» [véase Michaels y Knappenberger (2016)]. Afirman, entonces, cosas como que aumentos razonables de la temperatura son soportables, y que incluso generarán beneficios, como un mejor rendimiento de las cosechas en gran parte de los países desarrollados. O también otro tipo de ventajas, como que el deshielo en el Ártico permitirá aumentar el comercio y el tráfico marítimo, al hacerse navegable. Como es bien conocido, el control de una ruta de comercio internacional es un derecho muy valioso. Por esa razón existen poderosos incentivos para despreocuparse de la catástrofe climática que representa esta pérdida de masa de hielo. En fin, estos son el tipo de beneficios que contabilizan los *lukewarmers*, que, no rechazando el CC, aseguran que su gestión inteligente reportaría beneficios de esta naturaleza. Ello les permite seguir jugando en el que se ha llamado, volviendo a recordar al profesor Nordhaus (2015), «casino climático». Eso sí, en su discurso hacen especial hincapié en alejarse de los estrictamente negacionistas. Es decir, son los diplomáticos defensores del *statu quo*.

5 La intransición energética

En los diez últimos años el coste de la energía solar y de la eólica se ha reducido en un 90 % y en un 70 %, respectivamente, y, sin lugar a dudas, esta tendencia continuará. No obstante, los combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas—

proporcionan todavía hoy el 80 % de la energía en el mundo. Yendo algo más hacia atrás en el tiempo, cabe señalar que, cuando se desarrolló —a finales de la década de 1870— la luz incandescente, esta tenía un coste cuatro veces superior al de la luz de gas. Hoy la luz cuesta 200 veces menos que en aquella fecha, aunque durante mucho tiempo fue más barato iluminarnos con candiles y candelillas de aceite. Estos dos ejemplos de reducción drástica de los precios de las fuentes de energía podrían hacer creer que cambios tecnológicos de esta naturaleza deben conllevar verdaderas transiciones energéticas. Sin embargo, a continuación veremos que no es verdad.

Los economistas suelen pensar que no siempre parece una buena idea extender la vida de las viejas tecnologías, en mercados regulados, con el propósito de dificultar la entrada de las tecnologías del futuro. Pero esto es lo que está sucediendo. Parece más lógico proponer que las nuevas tecnologías sean las que reemplacen a las viejas. Es entonces cuando se produce una verdadera transición; sin embargo, en la historia de la energía nunca ha acaecido este tipo de transición, y el desafío del CC lo requerirá, sin duda alguna. Esta afirmación se justifica siguiendo las cifras expuestas por Newell y Raimi (2018).

El mundo nunca ha experimentado una verdadera transición energética. Lo que realmente ha sucedido es que las nuevas fuentes de energía se han sumado a las ya existentes. Nunca las han sustituido. Y esta ha sido la realidad de los últimos 200 años, que, por otra parte, se refleja de forma indubitable en los registros de concentración de GEI en la atmósfera y en sus tasas de variación anuales.

Consideremos los cuatro combustibles básicos utilizados en este período de tiempo: la biomasa —principalmente madera—, el carbón, el petróleo y el gas natural, que están en el origen del grave problema del CC. Pues bien, en el año 1800 la biomasa proporcionaba casi el 100 % de la energía del mundo; hoy proporciona solo el 10 %. El carbón, la fuerza impulsora de la Revolución Industrial, representaba el 44 % de la energía global en 1925, y hoy se ha reducido al 28 %. El petróleo y el gas natural empezaron a hacerse determinantes después de la Segunda Guerra Mundial, y alcanzaron juntos el 62 % en 1973; hoy han descendido al 53 %. En la evolución de estas cifras se construye la narrativa de la llamada «transición energética global». Pero, si las contemplamos desde la perspectiva correcta, esta nunca ha tenido lugar. Veamos esta evolución desde otro enfoque.

En realidad, nunca ha disminuido el consumo de biomasa ni el de carbón. Desde 1800 hasta hoy, el consumo de biomasa ha aumentado, aproximadamente, en un 275 % y sigue siendo la fuente principal de energía para miles de millones de personas. Desde 1900, el uso del carbón ha aumentado más de ocho veces; y, a partir del año 2000, en más del 60 %. Tampoco ha disminuido nunca el consumo de petróleo y de gas, puesto que, aproximadamente, se ha duplicado desde 1973. Vemos, entonces, que la aparición de nuevos combustibles nunca ha desplazado a los antiguos, ya que estos han seguido creciendo a tasas muy considerables. En

lugar de desplazar a los combustibles antiguos, el petróleo y el gas natural, luego la energía nuclear y, más recientemente, la energía eólica y la solar, se han agregado a las ya existentes. No ha habido un proceso de sustitución, sino, simplemente, de adición.

Esta intransición energética, o *no transición*, es todavía más preocupante cuando se observan las recientes cifras de inversión en una clase de energía y otra, las viejas y las nuevas. En efecto, de acuerdo con el último informe de la Agencia Internacional de la Energía [véase IEA (2019b)], en 2018 las inversiones en energía renovable ascendieron a 304.000 millones de dólares, que, siendo una cifra respetable, queda muy lejos de las correspondientes a las inversiones en energías fósiles, que ascienden a 933.000 millones de dólares. Dicho más concretamente, en energías renovables se ha invertido el pasado año la tercera parte de lo que se hizo en energías fósiles. Para una verdadera transición energética, se necesita un proceso de sustitución de las energías fósiles, y no una simple adición de energías renovables. De lo contrario, difícilmente podrán disminuirse los actuales flujos de emisiones de GEI.

Existe una enorme contradicción entre lo que los Gobiernos dicen que van a hacer y lo que hacen. Y, a su vez, entre esto último y lo que el mundo necesita para transitar hacia un sistema energético, con el objetivo de descarbonizar la producción de electricidad y de disminuir la energía obtenida de combustibles fósiles bajo los criterios de eficacia y de equidad económica. La pregunta entonces es la siguiente: ¿por qué estamos varados en esta situación?

Hay que reconocer que las características de las externalidades negativas a las que se ha hecho referencia con detenimiento dificultan enormemente la solución. Y esto es así porque hoy no se dispone ni de herramientas ni de instituciones para solucionar problemas de esta naturaleza, aquellos cuyos perjuicios son globales y a largo plazo, mientras que las inversiones necesarias para hacerles frente son locales e inmediatas. En este contexto, y en un discurso histórico, el gobernador del Banco de Inglaterra habló de la «tragedia del horizonte» [Carney (2015)].

Años antes, esta encrucijada se resumía, admirablemente, en el primer párrafo del capítulo 1 de *The Oxford Handbook of Climate Change and Society* [véase Dryzek, Norgaard y Schlosberg (2013)], en el que sus tres editores escriben lo siguiente: «El cambio climático probablemente representa el desafío más difícil al que jamás se ha enfrentado nuestro sistema económico, político y social. Es mucho lo que nos jugamos, ya que los riesgos y las incertidumbres son severos, la economía controvertida, la ciencia está acorralada, la política amargada y complicada, la psicología desconcertante, los posibles impactos son devastadores, y las interacciones con otros problemas ambientales y no ambientales surgen en muchas direcciones. Las herramientas e instituciones de las que hoy disponemos para solucionar problemas de esta naturaleza no fueron diseñadas, y no han evolucionado, para hacer frente a cuestiones tan interrelacionadas, de tanta importancia, tamaño

y complejidad. No tenemos precedente alguno. Hasta ahora, hemos fracasado en abordar este desafío adecuadamente. Una de las cuestiones sociales, económicas y políticas de este siglo es: ¿qué debemos hacer en esta situación?».

6 Acuerdos internacionales: eficacia, equidad y credibilidad

El carácter global de la externalidad negativa que representa el CC y la contundencia científica sobre el carácter antrópico del CC han conducido a intentos de creación de coaliciones internacionales para definir un precio del carbono que tenga en cuenta su coste social y facilite la transición a otro sistema energético. Sin embargo, como reconoce el profesor Tirole (2017), premio nobel en 2014, hasta hoy han proporcionado, en la práctica, resultados decepcionantes.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue suscrita en 1992, dentro de lo que se conoció como Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El Protocolo de Kioto, adoptado en diciembre de 1997, vino a dar fuerza vinculante a lo que cinco años antes no la había tenido, y constituye el primer intento de acuerdo internacional que ha tenido por objetivo reducir las emisiones de GEI. No entró en vigor hasta febrero de 2005. En 2009 lo habían ratificado 187 Estados, aunque Estados Unidos nunca lo hizo, pese a que, hasta su entrada en vigor, era el mayor emisor de GEI; desde aquel año el primer emisor es China.

Las «partes» —miembros de la Convención— se reunieron varias veces en los años sucesivos. Entre estas reuniones cabe destacar la XV Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático, que se celebró en Copenhague en 2009, denominada COP15 (*Conference of the Parties*). El objetivo era «la conclusión de un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima, válido en todo el mundo, para ser aplicado a partir de 2012». Sin embargo, esta cumbre fue calificada pronto como fracaso, y años más tarde así se constató en la práctica.

Como consecuencia de la limitada participación en el Protocolo de Kioto, y ante la falta de acuerdo en la cumbre de 2009 en Copenhague, la Unión Europea (UE) formó una amplia y ambiciosa coalición de 195 países, desarrollados y en desarrollo, que estuvieron presentes en la Conferencia de París de diciembre de 2015, en la que se firmó el primer acuerdo vinculante para reducir la emisión de GEI, el cual establece una transición entre las políticas actuales y la neutralidad climática que debe existir a finales del presente siglo. Esta transición debería conducir a que las emisiones globales de GEI alcancen su nivel máximo cuanto antes, si bien reconocen que en los países en desarrollo el proceso será más largo. Después se deberán aplicar rápidas reducciones, basadas en los mejores criterios científicos disponibles. Se determina un plan de acción mundial para mantener el límite del calentamiento global por debajo de 2°C sobre los valores preindustriales, con el propósito de

alcanzar un máximo de 1,5°C. Para ello, antes y durante la Conferencia de París, denominada COP21, los países presentaron sus correspondientes planes nacionales de acción contra el CC.

En la Conferencia de París se invitó al IPCC a realizar un informe que, una vez incorporadas las últimas evidencias científicas, analizase los impactos de un calentamiento global de 1,5°C sobre los valores preindustriales. Este informe [IPCC (2018)] fue presentado en octubre de 2018. Entre otras conclusiones, advierte de que con las pautas actuales en la emisión de GEI es muy probable alcanzar un incremento de 1,5°C ya entre 2030 y 2052. Esto supondría que existe un riesgo apreciable de incumplir el objetivo más ambicioso del Acuerdo de París en poco más de una década. Una de las conclusiones de este último informe, como se ha señalado al principio de este texto, es que la realidad del cambio climático supera las previsiones más pesimistas. La transición energética que se requiere es de gran alcance y no tiene precedentes. Deberá afectar a la generación de electricidad, al transporte, a la industria, a la agricultura y a las ciudades.

El resultado más destacado de la COP24, celebrada en Katowice (Polonia) en diciembre de 2018, fue el de haber acordado las reglas de transparencia y cómputo de las emisiones de gases y los compromisos de reducción asumidos por cada país en el Acuerdo de París. En todo caso, tres años más tarde, no todas las líneas de aplicación de este acuerdo pudieron ser cerradas. Realmente, es un parco resultado, lo que revela la dificultad de la lucha internacional contra el CC. Además, y desafortunadamente, hay que señalar que, en esta cumbre de Katowice, cuatro países muy relevantes en la generación de GEI, como son Estados Unidos, Rusia, Arabia Saudí y Kuwait, impidieron que se aceptara el informe del IPCC, que, como se ha dicho, había sido encargado en la Conferencia de París de hace cuatro años. Una vez más, los intereses de la energía fósil se sitúan por encima de la evidencia científica.

El Acuerdo de París fue muy ambicioso y plantea la solución correcta. Sin lugar a dudas, representó un notable éxito diplomático. Sin embargo, como señala Tirole (2017), para tener realmente éxito en la práctica y propiciar la necesaria transformación energética, este tipo de acuerdos deben ser eficaces desde el punto de vista económico, equitativos y creíbles, es decir, han de tener los incentivos para respetar lo acordado. Veamos hasta qué punto este último gran acuerdo sobre la transición energética reúne estos tres requisitos.

En cuanto a su eficacia, la realidad fue que el objetivo diplomático de alcanzar un acuerdo unánime de las 195 delegaciones ignoró la imperiosa necesidad de fijar un precio al carbono, que, como se ha señalado, es la recomendación básica para la internalización de las externalidades negativas de los GEI.

Cuando no se consigue un acuerdo que vincule a la totalidad de los países, los que no se sienten concernidos actúan como *free-riders*, es decir, pretenden que los

demás les resuelvan el problema sin que ellos estén dispuestos a hacer algo. Esta situación no es exclusiva del problema del CC, sino que se produce en aquellos casos en que están presentes los conocidos como «bienes comunes», y la estabilidad del clima es uno de ellos. Entre las características de este tipo de bienes está la *no exclusividad*, que supone que se puede acceder libremente al disfrute de ese bien, de tal forma que nadie puede ser excluido sin costes prohibitivos.

Para evitar esta situación, son muchos los economistas que han propuesto una solución alternativa y más realista que la unanimidad de todos los países. Entre ellos, dos nobeles recientes: Tirole (2017) y Nordhaus. El profesor Nordhaus (2018b) la volvió a recordar en su citada conferencia del pasado 8 de diciembre, en la Universidad de Estocolmo, con motivo de la entrega del Premio Nobel. La solución consiste en crear una «coalición de países por el clima», que él llama «el club del clima», que agrupe, desde un principio, a un número significativo de países según los GEI que emiten. Todos ellos se comprometerían a fijar un precio al carbono. A los países que no se incorporasen en esta primera etapa se les incentivaría durante un limitado período de tiempo para entrar en la coalición. Este tipo de coaliciones tienen tres características básicas: sus miembros se benefician de unas ciertas economías de escala por proceder juntos; todos ellos pagan por estar en la coalición; y, finalmente, tienen la capacidad de excluir de ella a aquellos países que no estén dispuestos a pagar para entrar en ella, cuyo comportamiento equivaldría a una situación de *dumping* comercial. Como consecuencia, los miembros de la coalición deberían tener la capacidad de imponer en la Organización Mundial del Comercio (OMC) un arancel sobre las exportaciones de los países no miembros. Recuérdese que la OMC cuenta con más de 160 países miembros, que representan el 98 % del comercio mundial, y que los pilares sobre los que descansa son los acuerdos negociados y firmados por los países miembros y ratificados por sus respectivos Parlamentos.

Respecto a los problemas de equidad, hay que tener presente que los países más prósperos son aquellos que más han contribuido al *stock* de GEI. Por ejemplo, desde la Revolución Industrial Estados Unidos y la UE son responsables de la mitad de las emisiones, aunque otros, como China, Rusia y la India, están contribuyendo cada vez más a ese *stock*. En particular, el pasado año las emisiones de China representaron el 30 % del total. Por esta razón, el Acuerdo de París se compromete a facilitar anualmente recursos a los países en desarrollo, que en 2020 alcanzarían la cifra de 100.000 millones de dólares, y a ampliar esta cifra antes de 2025. Sin embargo, falta una explícita y detallada asignación de estos importes a los diversos países en desarrollo. Transcurridos más de tres años desde la firma de este acuerdo, parece ya evidente que los países en vías de desarrollo no recibirán el próximo año los 100.000 millones de dólares acordados.

Además, como Chancel y Piketty (2015) han puesto de manifiesto, no solo existe un problema de desigualdad de emisiones entre países, sino también entre individuos.

Así, estos autores estiman que el 10 % de la población más rica del mundo es responsable del 45 % de las emisiones globales. Aproximadamente, esta misma relación se verifica para cada uno de los países considerados de manera individual. Por este motivo, si a la hora de fijar un precio a las emisiones de GEI no se tienen en cuenta las distintas huellas de carbono de las que son responsables los ciudadanos, se puede penalizar indebidamente a aquellos con los niveles de renta más bajos. La solución a este problema no es compleja, y la idea es la del «doble dividendo»: la fijación de un precio que, además de disminuir las emisiones de GEI (primer dividendo), permita, utilizando todos o parte de los ingresos recaudados por este impuesto, la reducción de impuestos de otra naturaleza, en especial a las rentas más bajas (segundo dividendo). Este proceso de redistribución es fácilmente aplicable, de forma muy transparente, a través del impuesto sobre la renta. Aun en el caso de que la devolución fuera total e igual para todos los ciudadanos, sin tener en consideración su nivel de renta, esta transferencia tendría un efecto progresivo.

Situaciones análogas se pueden presentar cuando se aplican otro tipo de decisiones necesarias en el proceso de transición energética. Este es el caso de la supresión de las subvenciones o ventajas fiscales que hoy tienen la mayoría de los combustibles fósiles más contaminantes. Con frecuencia, la justificación política que se da a este tipo de subvenciones es la protección de los ciudadanos con menores rentas. En la práctica sucede todo lo contrario, es decir, tienen consecuencias claramente regresivas. En efecto, un trabajo de Gass y Echeverría (2017) señala, sobre la base de varios estudios de carácter internacional, que solo el 7 % de los subsidios a energías fósiles se dirige al quintil inferior de la distribución, es decir, al 20 % de la población con menor renta, mientras que el 20 % de las rentas más altas reciben el 40 % de las subvenciones.

A la hora de evaluar los efectos sociales de determinadas medidas encaminadas a facilitar la transición energética, hay que tener muy presentes las inequidades de partida a las que se acaba de hacer referencia. Desde luego —y básicamente—, por razones de equidad, pero también para evitar, o explicar con más rigor, movimientos tan espontáneos y rotundos como el denominado «movimiento de los chalecos amarillos» en Francia, que hay que recordar que surgió contra el aumento de la carga impositiva a determinado tipo de combustibles fósiles. Como se ha señalado, no son precisamente quienes participan en estas revueltas los principales beneficiarios de los bajos impuestos y las subvenciones a los combustibles fósiles que ellos utilizan en su actividad productiva.

Finalmente, en cuanto a la credibilidad de los acuerdos adoptados en París, hay que reconocer que el único mecanismo que contempla para que cada país cumpla los objetivos con los que se ha comprometido es el de «señalar y avergonzar» —*namning and shaming*— a aquellos que no cumplan dichos objetivos en los plazos fijados, con lo que esos países se ven vergonzosamente señalados. Desde luego, así se debe hacer, y es condición necesaria. Sin embargo, este proceso de «estigmatización»

no es suficiente, como pone de manifiesto la experiencia que se arrastra desde el Protocolo de Kioto, hace más de veinte años. Siempre existe, por parte de los países incumplidores, la posibilidad de esgrimir excusas de todo tipo para justificar sus incumplimientos: por ejemplo, una recesión económica, problemas presupuestarios, o dificultades sociales y laborales en los sectores de energías fósiles afectados por los compromisos adquiridos.

A pesar de los fracasos —o, si se prefiere, debilidades— de los acuerdos internacionales para definir y llevar a la práctica una verdadera transición energética, no todo son motivos para el pesimismo. Hace algunos años que James Hansen, exdirector del Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA —hoy en la Universidad de Columbia— y uno de los científicos más activos en transmitir a la sociedad la necesidad de cambiar nuestro modelo energético, decía que el consenso científico que existía sobre el CC no se estaba trasladando adecuadamente a la opinión pública. Afirmaba que a la sociedad le llegaba la idea de que una economía de bajas emisiones de carbono representaría privaciones de todo tipo, lo que, obviamente, no es verdad. Pues bien, desde entonces la toma de conciencia por parte de la opinión pública de que este es el problema de acción colectiva más grave y complejo de la historia de la humanidad ha aumentado notablemente. Muchos son los ejemplos y las encuestas que se podrían citar para avalar esta afirmación. Además, varias decenas de países, entre los que destacan sobremanera algunos europeos, han tomado y llevado a la práctica, con distintos niveles de éxito, la decisión de fijar un precio al carbono. También la UE ha adoptado un conjunto de iniciativas y propuestas, desde los primeros años de la década de los noventa, cuyo último ejemplo, presentado el pasado 28 de noviembre de 2018, es la visión estratégica a largo plazo para que una economía sea próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutral en las emisiones de GEI para 2050, propuesta que está en la línea de los acuerdos de París, cuyas debilidades se acaban de comentar.

7 El sistema financiero en la transición energética

Los problemas económicos y sociales que hoy tienen planteados tanto los países desarrollados como aquellos en vías de desarrollo —muchos de ellos como consecuencia de la última crisis financiera— pueden inducirnos a creer que existen cuestiones más relevantes, a las que debemos prestar atención prioritaria, que los posibles impactos que el CC puede tener en los niveles de bienestar de las futuras generaciones. Pero, si así lo hacemos, quizá sea adecuado recordar que la crisis financiera, cuyos efectos todavía estamos padeciendo, tuvo su origen, básicamente, en que durante demasiado tiempo se puso un énfasis excesivo en el corto plazo, tanto en la política de beneficios como en la política de incentivos de los agentes económicos, y, además, se gestionaron y valoraron equivocadamente los precios y

los riesgos. Todo ello ha dado como resultado un exceso de activos tóxicos y de endeudamiento de estos agentes: Gobiernos, empresas y familias.

Pues bien, estamos cometiendo errores de la misma naturaleza respecto al CC, ya que se está poniendo excesivo énfasis en los problemas a corto plazo y utilizando tasas de descuento excesivamente altas para otros que, como en este caso, se mostrarán en toda su crudeza en plazos claramente superiores a los que caracterizan a las crisis financieras. Durante algún tiempo, el sistema financiero ha generado un exceso de activos tóxicos. También, y análogamente, la infraestructura energética actual lleva ya muchas décadas produciendo un exceso de GEI. En ambas situaciones, una vez más, se pone de manifiesto que, siempre que el precio de un bien no refleja los costes y los riesgos que conlleva su uso, los ciudadanos se exceden en su consumo. Y esto es exactamente lo que ha sucedido en el sistema financiero y lo que está sucediendo en el sistema energético.

De la misma manera, hoy se están valorando mal los riesgos, dadas las características básicas de las externalidades negativas que generan las emisiones de GEI: globalidad, largo plazo en su impacto, incertidumbre y capacidad de generar daños radicales e irreversibles. Esta errónea valoración conduce, como se ha señalado, a que el precio de los combustibles fósiles no refleje los costes medioambientales, sobre todo los de emisión de GEI; y, por tanto, envía señales equivocadas al mercado respecto a los verdaderos costes de su producción.

El pasado 21 de marzo tuvo lugar, organizada por la Comisión Europea, una conferencia sobre financiación sostenible desde una aproximación global [véase EC (2019a)]. En ella se reconoció que los países desarrollados y los países en vías de desarrollo se enfrentan hoy a un déficit mayúsculo en las inversiones necesarias para alcanzar los objetivos fijados en la Conferencia de París. En efecto, como asume la Comisión, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [véase OCDE, the World Bank y UN Environment (2018)] estimó que hasta 2030 será necesaria una inversión de 6,9 billones de dólares anuales, básicamente, en infraestructuras de energía, transporte, edificaciones y agua. Es evidente que estamos muy lejos de poder asegurar una financiación de ese volumen en un horizonte de 15 años desde el Acuerdo de París. Una inversión aún mayor se requeriría si en lugar del escenario de 2°C, sobre los niveles preindustriales, se pretendiera alcanzar el de 1,5°C, que es el recomendado por el IPCC. Sin duda es necesaria una transformación sin precedentes de las infraestructuras actuales para alcanzar los objetivos propuestos. En el transcurso de esta conferencia se puso de manifiesto que el sector financiero debería desempeñar un papel fundamental en la movilización de recursos privados hacia proyectos de tal naturaleza. Esta situación presenta un notable conjunto de oportunidades para el sistema financiero. Aun así, también este proceso de transición entraña riesgos grandes y ciertos, que, por sus propias características, no son fácilmente cuantificables.

En su reconocida, y ya citada, intervención de 2015, Carney (2015) puso especial énfasis en que los potenciales efectos catastróficos del CC se pondrán de manifiesto con toda su crudeza en horizontes de tiempo superiores a los que consideran las instituciones financieras en sus ejercicios de planificación estratégica. Estos costes recaerán, fundamentalmente, sobre las generaciones futuras, por lo que hoy no existen incentivos directos para abordar posibles soluciones. Es más, los horizontes de la política monetaria suelen ser de dos a tres años, y aquellos que hacen referencia a la estabilidad financiera están relacionados con el ciclo crediticio y llegan a alcanzar los diez años. Sin embargo, los problemas más graves derivados del CC se harán patentes en todo su rigor en horizontes temporales más extensos. Por eso, Mark Carney habla de la «tragedia del horizonte».

No obstante, se da la paradoja de que el tipo de riesgos derivados del CC que se presentan en horizontes más lejanos serán tanto más manejables cuanto antes se empiece una verdadera transición a una economía baja en carbono siguiendo pautas predecibles, que estén fundadas en los resultados que la ciencia ofrece y concretadas en acuerdos vinculantes y creíbles.

Son tres, básicamente, los tipos de riesgos que el sistema financiero debe tener presentes en el proceso del CC. El primero es el «riesgo físico», que es el derivado de fenómenos climatológicos adversos, como inundaciones o tormentas, que pueden dañar determinados activos y llegar a interrumpir la actividad productiva y el comercio. Hace ya algunos años que las compañías de seguros han empezado a reconocer este tipo de riesgos [véase Lloyd's (2014)].

El segundo es el derivado de las compensaciones que se le pueden llegar a exigir a las empresas y de las tareas relacionadas con la emisión de GEI. Se conoce como «riesgo de responsabilidad».

El tercero de ellos es el llamado «riesgo de transición», que es el que surge de las implicaciones que para el sistema financiero tiene el proceso de transición a una economía más baja en carbono. Este proceso conducirá necesariamente a un cambio de valor significativo en una parte de los activos de las empresas que son muy intensivas en energías fósiles, que verán reemplazada su actividad por nuevas tecnologías de energía renovable. La revisión a la baja del valor de muchos de estos activos se producirá como consecuencia de las regulaciones que finalmente terminen fijando un precio a las emisiones de GEI, así como de la caída en la demanda de energía fósil, dados los precios más competitivos de las energías renovables.

Varias son las instituciones profesionales y académicas que han analizado cuál es la cantidad máxima de emisiones de GEI que se pueden emitir hasta el año 2050 para que se logre alcanzar los objetivos de incrementos de temperatura contemplados en los acuerdos de París. Esta cantidad máxima es la que se conoce como

«presupuesto de carbono». Los diferentes modelos e hipótesis que se utilizan en su cálculo se resumen en un trabajo de la Iniciativa de Seguimiento del Carbono [véase CTI (Carbon Tracker Initiative) (2018)]. Hay que ser conscientes de este hecho, ya que, como consecuencia de ello, las cifras publicadas son distintas. Así, por ejemplo, los presupuestos de carbono publicados por la Agencia Internacional de la Energía y el IPCC no son directamente comparables. La Agencia calcula el presupuesto de carbono solo para el sector energético, que es la mayor fuente de emisiones de GEI. En contraste, el presupuesto del IPCC tiene en cuenta todas las fuentes antrópicas de GEI. Pues bien, esta restricción de tener que limitarse a un «presupuesto de carbono» no solo afecta sensiblemente al valor de las reservas de energía fósiles reconocido en los estados financieros de este tipo de empresas, sino también a una gran parte de los activos de las que transforman o utilizan este tipo de energía fósil. Entre otras instituciones, la Agencia Internacional de la Energía, el IPCC y el Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment están advirtiendo de esta situación desde hace años.

En un artículo de la revista *Nature*, McGlade y Ekins (2015) señalan que aproximadamente solo un tercio de los GEI contenidos en las reservas estimadas de carbón, petróleo y gas puede ser utilizado para cumplir con los acuerdos de París. Por su parte, Carney (2015) hace hincapié en este hecho, y señala que el 19 % de las empresas del índice FTSE 100 están involucradas en los sectores de recursos naturales y extracción, y que un 11 % adicional están en los sectores de servicios de energía, químico, de construcción y de bienes industriales.

En todo caso, este conjunto de activos varados, o no utilizables, en las reservas de energía fósil afecta solamente a las actividades conocidas como *upstream*, es decir, las de exploración y producción, y no a las *downstream*, que son las de refino y procesamiento. Pero, como se ha señalado, también son muy relevantes los activos que pueden quedar varados en el proceso de transición energética en otros sectores. Este tipo de análisis ha sido realizado, entre otras instituciones, por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés), y fue encargado por el Gobierno de Alemania con motivo de presidir en 2017 la cumbre de los líderes del G-20. El trabajo de IRENA (2017) se extiende a 70 países, que abarcan el 80 % del uso global de la energía fósil. Para estos países, considera no solo los activos relacionados con la actividad de *upstream*, sino también los relacionados con las actividades de *downstream*, de la industria y de la edificación. Estos sectores son responsables, aproximadamente, del 75 % de las emisiones de GEI. El análisis se hace bajo dos escenarios: el primero de ellos es el que se contempla en los acuerdos de París, y el segundo es el que seguiría las pautas vigentes, es decir, *business as usual*. Bajo ciertos supuestos, se llega a la conclusión de que retrasar las medidas para abordar la transición energética duplicaría el importe de la cifra de los activos varados —*stranded assets*—, que pasaría de 10 a 20 billones de dólares. Para poder valorar en términos relativos esta última cifra, cabe decir que representa el 6,3 % de la riqueza mundial, de acuerdo con los datos

de Credit Suisse (2018), y es del mismo orden de magnitud que el PIB de Estados Unidos.

Estas cifras expresan con bastante claridad los riesgos potenciales de que una transición energética abrupta tenga efectos desestabilizadores en el sistema financiero. En este caso no se trata, tan solo, de ser conscientes de la magnitud económica del conjunto de «activos varados», sino de definir un proceso de transición energética asumible, mediante una política que, siendo creíble, pueda ayudar a las empresas a llevar a cabo estrategias a largo plazo que permitan que el ajuste del valor de sus activos no sea repentino, sino gradual. La Junta Europea de Riesgo Sistémico (ESRB, por sus siglas en inglés) es consciente de esta situación. En su informe de febrero de 2016 [véase ESRB (2016)], advierte de los riesgos de que esta transición se realice tarde y de forma abrupta. Señala que este escenario adverso podría cuestionar la estabilidad financiera, en especial por tres razones: por el impacto macroeconómico de cambios súbitos en el uso de energía, por la depreciación de los activos intensivos en carbono y por un aumento en la incidencia de catástrofes naturales.

Ahora bien, más allá de las cifras ya comentadas, está claro que ni los agentes económicos públicos ni los agentes económicos privados disponen de la información apropiada para abordar este problema. Para que los mercados anticipen y faciliten la transición energética, siguiendo los acuerdos de París, necesitan disponer de una información correcta, para a partir de ella definir una gestión de riesgos adecuada dentro de un marco de políticas públicas coherentes y creíbles.

Con este propósito, el Consejo de Estabilidad Financiera (FSB, por sus siglas en inglés) anunció, en diciembre de 2015, la creación de un grupo de trabajo sobre publicación de información financiera relacionada con el CC, el Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). El TCFD incluye a más del 70 % de los bancos sistémicos, a ocho de las diez mayores gestoras globales de activos, a los mayores fondos de pensiones y aseguradoras, a las principales agencias de *rating* y, en fin, a las cuatro compañías auditoras más grandes. En conjunto, todas estas instituciones financieras son responsables de la gestión de activos por una cifra próxima a los 110 billones de dólares. En septiembre de 2018, el TCFD publicó su primer informe de situación sobre las recomendaciones para la publicación voluntaria de información financiera relacionada con la transición energética, que había presentado en julio de 2017 en la cumbre de los líderes del G-20 en Hamburgo.

En su intervención en la mencionada conferencia de la Comisión Europea del pasado 21 de marzo sobre financiación sostenible, Carney (2019) reconoció que, tres años después del anuncio de la creación del TCFD, los resultados que presenta este informe de situación distan mucho de los requeridos para poder valorar los riesgos en que incurren las empresas evaluadas como consecuencia del CC. En efecto, la información que hicieron pública no contiene las implicaciones financieras de la

transición energética; aparece en múltiples y heterogéneos informes, que hacen muy difícil la comparación entre empresas y sectores; y, en fin, hay grandes variaciones por sectores y áreas geográficas. Señala también que las empresas europeas —las energéticas, entre ellas— son las que más se han atendido a las recomendaciones del TCFD. En la cumbre del G-20 de junio de 2019 en Osaka se presentó el segundo informe del TCFD. Una vez más, se constata la lenta incorporación de las empresas vinculadas a las energías fósiles a esta iniciativa sobre publicación de información financiera relacionada con el CC. Por lo demás, se vuelve a insistir en que la información que proporcionan aquellas incorporadas está muy lejos de ser útil para poder canalizar las inversiones necesarias para el cumplimiento de los objetivos de los acuerdos de París. A la vista de los magros resultados obtenidos hasta la fecha, no cabe esperar sustanciales mejoras en la cantidad y en la calidad de la información de esta naturaleza que los mercados deberían tener a su alcance. Hay que recordar que estas son decisiones de carácter voluntario y que lo único que se pretende con las iniciativas del TCFD es crear un círculo virtuoso que incentive a las empresas afectadas a cumplir con sus recomendaciones.

Dadas estas circunstancias, el sector bancario difícilmente puede utilizar información de calidad en la gestión de los riesgos relacionados con el CC. Hay que reconocer que se está lejos, en la práctica, no solo de que se empiece a considerar el impacto de los fenómenos meteorológicos extremos en el riesgo soberano, sino también de que se tengan en cuenta con rigor los caracterizados como «riesgos de transición», que incluyen, por ejemplo, el riesgo de las exposiciones a sectores intensivos en carbono o el de las simples operaciones relacionadas con sistemas de transporte que utilizan diésel. Lo cierto es que, hoy por hoy, en las entidades bancarias este tipo de riesgos se mencionan, exclusivamente, en el ámbito de la responsabilidad social corporativa, y están muy lejos de ser incorporados como riesgos genuinamente financieros. Sobre la base de un proyecto piloto reciente, Lautenschläger (2019) concluye que los bancos europeos son conscientes de los riesgos que entraña el CC, pero que, a pesar de ello, consideran esta cuestión solamente dentro del espacio de la responsabilidad social corporativa.

Si se sigue el criterio, especialmente útil, de Diebold, Doherty y Herring (2010), cabe clasificar los riesgos en tres categorías: conocidos, desconocidos e incognoscibles. Desde este punto de vista, un riesgo conocido es el que se puede identificar y modelizar. Sin duda, un riesgo conocido no es determinista, pero sí puede caracterizarse por la función de distribución de probabilidad de los beneficios y pérdidas potenciales. Un riesgo desconocido es el que se sabe que existe, pero que no es susceptible de ser modelizado de forma satisfactoria. Por último, un riesgo incognoscible es el que simplemente no se puede conocer de antemano y, una vez que ocurre, entra en el dominio de los riesgos desconocidos. Son riesgos de muy baja probabilidad, pero que pueden conllevar pérdidas fatales; para ellos acuñó

Taleb el término de «cisnes negros». Sobre estos riesgos no tenemos teoría alguna, generalmente aceptada, que permita anticipar que puedan llegar a ocurrir.

Gran parte del desarrollo de las últimas décadas en las técnicas sobre la gestión de riesgos ha consistido en convertir riesgos incognoscibles en desconocidos, y estos, a su vez, en conocidos. Aunque, debido al continuo proceso de innovación y cambio en el entorno social y económico, las fronteras entre ellos no son inamovibles. De hecho, pueden darse algunas situaciones en las que riesgos conocidos pasen a ser desconocidos, y algunas otras que conduzcan a que nuevos riesgos incognoscibles terminen siendo determinantes. En este contexto, una vez que la ciencia afirma que el origen del CC es antrópico, no cabe situar los riesgos financieros derivados de la transición energética en la categoría de riesgos incognoscibles. Deberían situarse en la categoría de riesgos desconocidos, en la medida en que sabemos con certeza que existen, pero las incertidumbres todavía presentes en la trayectoria que debe seguir la transición energética, dentro de los acuerdos de París, no permiten caracterizarlos por su correspondiente función de distribución de probabilidad. Esta es una característica que tienen en común con los conocidos como «riesgos operacionales», que, entre otros, incluyen los legales y aquellos derivados de errores humanos o fallos en los sistemas o en los procesos. Es obvio que este tipo de riesgos tampoco son fácilmente cuantificables desde un punto de vista estadístico, pero no por ello deja de ser obligado tenerlos en cuenta. Es bien sabido que una factible y correcta valoración de los riesgos debe incorporar tanto criterios cuantitativos como cualitativos.

Una prueba de que el riesgo climático no es tenido en cuenta en la genuina gestión de riesgos financieros es el incremento de la financiación que el sistema bancario en su conjunto sigue prestando a las empresas fuertemente vinculadas con las emisiones de GEI. Por ejemplo, desde la firma del Acuerdo de París hasta finales de 2018, los 33 principales bancos del mundo han prestado al sector de las energías fósiles 1,9 billones de dólares [véase BankTrack (2019)]. Desde luego, este flujo de recursos es coherente con propuestas como la realizada por el gigante ExxonMobil cuando, en la presentación de resultados del pasado año, anunció un ambicioso plan de crecimiento, que supone que la producción de petróleo y de gas en 2025 será un 25 % superior a la de 2017 [véase *The Economist* (2019a)]. Eso sí, esa actividad se hace compatible, en muchos casos, con claros pronunciamientos a favor de unas finanzas sostenibles en sus informes públicos de responsabilidad social corporativa.

Desde la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en febrero de 2015 y, desde luego, desde la firma de los acuerdos de París en diciembre de 2015, la UE ha puesto especial énfasis en los compromisos que tanto para el sector público como para el sector privado se derivan del cumplimiento de tales objetivos. Un resumen actualizado de todos aquellos relacionados con las estrategias de financiación sostenible puede consultarse en EC (2019b).

Los bancos centrales han sido conscientes del impacto que el CC puede tener en sus competencias de supervisión microprudencial y macroprudencial. Por esta razón, en 2017 se creó el Network for Greening the Financial System (NGFS), que en un principio se constituyó con 8 bancos centrales y autoridades supervisoras y cuenta hoy con 42 miembros y 8 observadores, que representan a los cinco continentes. La ausencia más relevante es la de la Reserva Federal. El propósito de este proyecto es ayudar a reforzar la respuesta global necesaria para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París y, específicamente, fortalecer el papel del sistema financiero en la gestión de los riesgos del CC e incentivar la movilización de recursos hacia inversiones verdes y bajas en carbono. En abril de 2019 publicó su primer informe, cuyo contenido puede consultarse en NGFS (2019).

También las tres principales agencias de calificación crediticia han integrado el riesgo ambiental y la certificación verde en sus calificaciones. Y organizaciones internacionales como la Climate Bonds Initiative [CBI (2019)] y la International Capital Markets Association (ICMA) han desarrollado marcos de definición, y métodos de certificación y de validación para la financiación verde o ecológica.

En iniciativas tanto individuales como colectivas, el sector de la gestión de activos se ha venido incorporando en los últimos años a la inversión en proyectos que cumplan criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés: *Environmental, Social and Governance*). Una iniciativa destacable es la de Principios de Inversión Responsable (PRI, por sus siglas en inglés: *Principles for Responsible Investment*) [PRI (2019)], que tiene más de 2.000 adhesiones que conjuntamente administran 80 billones de dólares.

En teoría, como señala Carney (2019), aquellas empresas que cumplan con criterios ESG pueden ser más rentables por las siguientes tres razones: están en mejores condiciones de anticipar los riesgos y las oportunidades de la transición energética; el mercado reconoce en ellas criterios de planificación y pensamiento a largo plazo; y pueden verse favorecidas por la tendencia de los inversores, especialmente de las generaciones jóvenes, por su más acusado compromiso con los valores de sostenibilidad económica.

La pregunta que cabe formular, entonces, es si en la situación presente los mercados están teniendo en cuenta los riesgos climáticos y el sistema bancario está financiando adecuadamente el proceso de transición energética. Se puede pensar que una muestra de la progresiva sensibilidad del mercado hacia los riesgos climáticos es el crecimiento relativamente rápido de las emisiones de los llamados «bonos verdes». Estos bonos son aquellos cuyos fondos se destinan a financiar o a refinanciar activos relacionados con la transición energética o proyectos que se propongan mejorar el medioambiente. En concreto, deben cumplir con los principios que han desarrollado algunas de las instituciones mencionadas, como la Climate Bonds Initiative o la International Capital Markets Association.

La idea resulta atractiva, y su auge de los últimos años parece confirmarlo. En efecto, en 2017 se hicieron emisiones por un importe de 173.500 millones de dólares. Aunque para 2018 todos los analistas habían previsto un aumento sustancial, el total de las emisiones ascendió a 174.900 millones de dólares. En fin, este mercado de bonos verdes, que empezó hace poco más de diez años, alcanzó al final del pasado año una cifra superior a los 500.000 millones de dólares. Todo ello de acuerdo con las cifras proporcionadas por Environmental Finance (2019).

Este tipo de bonos no es el único instrumento de financiación verde, pero con mucha diferencia es el que más éxito ha tenido. Hoy el mercado incluye una amplia categoría de emisores, entre los que hay que destacar los Gobiernos, pero también tienen una participación relevante compañías privadas, especialmente las energéticas. En 2018 el sector bancario emitió el 30 % del total y aumentó su participación respecto a la de 2017, que había sido del 22 %. Para analizar la relevancia de este mercado en las necesidades de financiación anual, basta con señalar que el conjunto de las emisiones de bonos verdes de 2018 representa solamente el 2,5 % de la financiación anual que la transición energética requiere, que, como se ha dejado dicho y como la Comisión Europea reconoce, asciende a 6,9 billones de dólares. Sería un espejismo pensar que este instrumento de financiación, conforme hoy está diseñado, pueda desempeñar un papel relevante en la transición energética, pese a la gran atención que le están prestando las instituciones y los mercados.

Son varias las razones que pueden soportar esta afirmación. La primera de ellas es, simplemente, la estrategia comercial de las gestoras de activos y el mercado de analistas que las rodea. Según recordaba el artículo editorial de *The Economist* (2019b), dado el desplome en su negocio tradicional, se involucran de buena gana en la venta de instrumentos verdes, de la que esperan obtener comisiones más altas. Pero lo cierto es que son muy pocas las grandes instituciones inversoras que han descartado seguir invirtiendo en compañías relacionadas con los combustibles fósiles. También, y a pesar de la gran publicidad que vierten al mercado, el compromiso de las grandes compañías petroleras con la transición energética es irrelevante.

Todavía hoy en el mercado no es fácil afirmar cuándo una emisión de bonos verdes puede ser caracterizada como tal. Varios son los criterios y los estándares que se aplican en la práctica. Según señalan Schoemaker y Schramade (2019), cabe preguntarse en qué medida se puede considerar que las emisiones de bonos verdes de países como Indonesia, Polonia o China cumplen con las restricciones que emisiones de otros países y empresas sí acatan. Basta con recordar que Polonia genera el 80 % de su energía a partir de carbón, o que Indonesia, que es el quinto país del mundo en emisiones de CO₂, genera la mitad de su electricidad con centrales de carbón. Por otra parte, la lectura de las directrices y estándares fijados por la National Development and Reform Commission de China [véase NDRC (2019)] pone de manifiesto que son poco estrictos en la caracterización de sus emisiones

de bonos verdes. Cabe recordar que en 2018 China fue el segundo país más activo en este mercado, con 33.100 millones de dólares.

En la situación presente, varias son las observaciones críticas que se pueden hacer al propósito de que las emisiones de bonos verdes cumplan en la realidad los objetivos que anuncian o que, simplemente, puedan presentar evidencia alguna respecto a la comprensión que el sistema financiero tiene del CC.

Si se repara en las emisiones vivas de bonos verdes, hay que señalar que su riesgo viene determinado por la calificación crediticia del emisor, y este será el mismo que el de cualquier otro tipo de bono que emita. Por esta razón, no cabe esperar diferencia alguna en los precios de un tipo de bonos y otro. Por ejemplo, un trabajo de Morgan Stanley (2017) que utiliza una amplia muestra de emisiones de bonos llega a la conclusión de que, una vez ajustados por sus diversas características, los bonos verdes tienen el mismo precio que los convencionales. A resultados análogos llega el trabajo de NN Investment Partners (2018). Existen algunos otros análisis que, en su intento de justificar que los mercados de capitales cuantifican adecuadamente el riesgo de carbono, proporcionan conclusiones distintas, pero lo cierto es que solo lo son en apariencia, ya que estadísticamente estas diferencias no son significativas de una manera concluyente. Parece bastante claro que los mercados, en cuanto a la transición energética, no creen en lo que la ciencia dice. No es la primera vez ni será la última.

Los recursos obtenidos por los emisores de bonos verdes son fungibles, es decir, para su uso posterior no es relevante su procedencia. Por tanto, no es descartable que recursos procedentes de este tipo de emisiones hayan terminado financiando proyectos de energía fósil. Evitar esta situación requeriría la publicación detallada de los flujos de inversión del emisor, requisito que no solo entraña tiempo, sino también un coste adicional.

Siendo consciente de este escenario, el Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre Finanzas Sostenibles creado en el seno de la Comisión Europea ha publicado en junio de este año un informe que fija los criterios sobre una futura legislación europea para la clasificación o taxonomía de proyectos sostenibles [véase EC (2019b)]. Este es un requisito esencial para la adecuada canalización de recursos financieros a la transición energética. Como consecuencia de esta taxonomía, se crearán estándares y etiquetas para los instrumentos financieros verdes, con el propósito de darles mayor visibilidad y transmitir más confianza a los inversores. También vinculado con este proceso está el debate sobre los incentivos a las inversiones sostenibles (*green supporting factor*), así como la penalización a inversiones intensivas en carbono (*brown penalising factor*). En última instancia, este proceso de taxonomía de proyectos permitiría fijar —y diferenciar— los requerimientos de capital de las instituciones financieras para un tipo de inversión u otro.

Sin embargo, la UE debería ir mucho más allá. Como acertadamente señala De Grauwe (2018), las restricciones presupuestarias impuestas a los países de la Unión Monetaria (UM) no permiten una fácil financiación de la transición energética, ya que obligan a que todo el coste derivado de las inversiones necesarias recaiga en las generaciones actuales, bien mediante un incremento de impuestos, bien a través de una reducción del gasto. Son comprensibles las reticencias al respecto, puesto que los Gobiernos son conscientes del coste electoral en el que incurren si toman una decisión u otra, o las dos simultáneamente.

La situación así descrita ha conducido, en la práctica, a posponer las inversiones necesarias o a reducir drásticamente su importe. Tal y como señala De Grauwe, la emisión de bonos es el procedimiento adecuado para distribuir los costes entre sucesivas generaciones, dado que el pago de intereses se distribuye en horizontes de varios años. Puesto que los gastos corrientes representan, aproximadamente, el 95 % de los presupuestos de los países de la UM, De Grauwe propone que las citadas restricciones se limiten al presupuesto de ese tipo de gastos, de tal forma que se defina un presupuesto específico para abordar las inversiones necesarias para la transición económica no sometido a ellas. Ante el actual estado de la situación climática, que aquí se ha caracterizado, sería deseable que esta fuera una iniciativa en el marco de la UE. Sin lugar a dudas, inversiones de esta naturaleza cumplirían el principio básico de que la rentabilidad esperada debe superar el coste del capital. Un reciente trabajo de Blanchard (2019) sobre política fiscal con bajos tipos de interés permite tanto discutir con fundamento las condiciones de sostenibilidad de las finanzas públicas como poder justificar la financiación de la transición energética con la emisión de deuda pública verde.

Las políticas públicas tienen que desempeñar un papel determinante en la transición energética. No regulando más, sino haciéndolo mejor. Por ejemplo, evitando extender la vida de viejas tecnologías de combustibles fósiles, en mercados ya muy regulados, con el propósito de dificultar la entrada a las tecnologías del futuro. La teoría y la experiencia demuestran que no es razonable transferir al mercado responsabilidades económicas y políticas que corresponden a los Gobiernos democráticos, y que deberían corregir sus conocidos fallos, ya que el resultado final es un deterioro del mercado y de las reglas básicas de su funcionamiento.

8 Epílogo

Desde luego, se podría haber dedicado un espacio mayor a describir la actividad y las agendas de la gran cantidad de organizaciones que desempeñan un papel activo en la lucha contra el CC y, por supuesto, también de los distintos organismos financieros internacionales que son diligentes en esta materia. Todos ellos tienen un buen relato: aceptan la gravedad de la situación y hacen un conjunto de propuestas

cabales desde el punto de vista económico y financiero. No obstante, y como se desprende de lo escrito hasta aquí, los resultados que se han obtenido en la práctica han sido muy decepcionantes si, por ejemplo, se toma como referencia la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de Río de Janeiro de 1992. Volviendo al núcleo central de este texto, no es razonable esperar que el sistema financiero desempeñe, por sí solo, un papel determinante en la necesaria canalización de los flujos financieros hacia actividades no intensivas en carbono mientras no se aborde con rigor, y de una vez por todas, el problema que representan las externalidades negativas de la emisión de GEI. Para afrontarlo, la solución es bien conocida: hay que fijar un precio a cada unidad de CO₂ que se emita. Este principio económico básico es el que se volvió a recordar en la declaración pública que más de 3.500 economistas de reconocido prestigio, que trabajan en Estados Unidos, realizaron el pasado 17 de enero [véase CLC (2019)]. Entre los que la respaldan se encuentran todos los expresidentes de la Reserva Federal, 27 nobeles de economía, 15 expresidentes del Consejo de Asesores Económicos y dos exsecretarios del Departamento del Tesoro de Estados Unidos. Cabe destacar que esta declaración, publicada en el *Financial Times*, *The Wall Street Journal* y *The Washington Post*, tiene entre sus firmantes economistas de tendencia tanto demócrata como republicana.

Como ha quedado señalado, fijar un precio a cada unidad de CO₂ emitida no es condición suficiente para abordar de manera eficaz el problema del CC, pero, sin lugar a dudas, es una condición previa necesaria. Llegados a este punto, hay que recordar que, pasados casi 30 años desde la Convención de Río de Janeiro, hoy están vigentes en 46 jurisdicciones nacionales 57 iniciativas que fijan un precio al CO₂. Estas iniciativas se han concretado, en algunos casos, fijando un impuesto y, en otros, creando mercados de permisos de emisión transferibles. No obstante, hay que resaltar que todas ellas solo cubren el 20 % de las emisiones globales de GEI, de acuerdo con los datos proporcionados por el Carbon Pricing Dashboard (CPD) del Banco Mundial [véase CPD (2019)]. En este conjunto destaca la UE, que fue pionera en la implantación de mercados de permisos de emisión transferibles en 2005. Hoy es la iniciativa más sobresaliente del mundo, ya que implica a más de 11.000 centrales eléctricas y plantas industriales, así como a las compañías de transporte aéreo, en los 28 países de la UE y en los tres que están asociados: Noruega, Islandia y Liechtenstein.

Sin embargo, por una razón u otra, no todas estas iniciativas están proporcionando los resultados esperados. Por ejemplo, desde su implantación, en el enfoque de la UE, que hoy está en su tercera fase (2013-2020), se han tenido que introducir cambios sucesivos, entre otras razones, para evitar los precios excesivamente bajos que se habían alcanzado para la tonelada de CO₂. Pero esta es una situación más general, pues la mitad de las emisiones que están sometidas a las 57 iniciativas citadas tienen un precio inferior a 10 dólares por tonelada de CO₂. Esta cifra está muy por debajo de los márgenes fijados por la Comisión de Alto Nivel sobre los

Precios del Carbono del Banco Mundial, copresidida por Joseph Stiglitz y Nicholas Stern, para que la intervención sea eficaz. Estos valores mínimos se han estimado entre 40 y 80 dólares por tonelada de CO₂ para 2020, y entre 50 y 100 dólares por tonelada de CO₂ para 2030 [véase CPLC (2017)]. En resumen, el balance no es muy halagüeño.

Muchas son las dificultades que este proceso está encontrando en el camino. Aunque el relato sobre el CC parece haber cambiado en la última década, y las voces de los negacionistas no parecen tan llamativas como años atrás, no es difícil constatar que el discurso es uno, y la acción concreta, una cosa bien distinta. Los actores reales de la industria de la energía fósil y los grupos de interés que los rodean siguen comportándose de acuerdo con las conocidas estrategias, aquí descritas, de dificultar la tan necesaria transición energética. Por ejemplo, como nuevamente se acaba de poner de manifiesto [véase CTI (2019a)], ninguna de las grandes empresas de petróleo europeas está alineada con los objetivos del Acuerdo de París, a la vista de los proyectos de inversión que sus órganos de gobierno han aprobado desde entonces. Este es un comportamiento especialmente preocupante, ya que, como se ha señalado, este tipo de empresas son, precisamente, las que mejor se han atenido a las recomendaciones del Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). Es desalentador constatar, una vez más, lo incongruente de este comportamiento. Hay que recordar que la responsabilidad social corporativa requiere decir lo que se hace y hacer lo que se dice.

Con todo, también aquí los incentivos desempeñan un papel determinante. Así lo pone de manifiesto un reciente trabajo que abarca las 40 mayores empresas de Estados Unidos en actividades de *upstream* de petróleo y de gas [véase CTI (2019b)]. Todavía en 2017, el 92 % de las compañías analizadas incluyeron en los criterios de retribución de sus gestores métricas que incentivaron directamente el crecimiento del uso de combustibles fósiles, en relación con las reservas y la producción. Este trabajo destaca, asimismo, el reducido número de empresas que han incluido medidas relacionadas directamente con el CC, pero también señala la situación, un tanto perversa, de que muchas de ellas se hacen compatibles con los incentivos para aumentar la generación de combustibles fósiles. No es de extrañar, por tanto, las dificultades que las compañías de energía fósil están poniendo a una verdadera transición energética. Hay que recordar las palabras del novelista norteamericano Upton Sinclair: «Es difícil hacer que un hombre entienda algo cuando su salario depende de que no lo entienda».

BIBLIOGRAFÍA

- BankTrack (2019). *Banking on Climate Change – Fossil Fuel Finance Report Card 2019*. Consultado en septiembre de 2019, en https://www.banktrack.org/article/banking_on_climate_change_fossil_fuel_finance_report_card_2019.
- BIS (Bank for International Settlements) (2010). *An assessment of the long-term economic impact of stronger capital and liquidity requirements*, agosto. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.bis.org/publ/bcbs173.pdf>.
- Blanchard, O. (2019). *Public Debt and Low Interest Rates*, Working Paper, 19-4, febrero, Peterson Institute for International Economics. Consultado en septiembre de 2019, en <https://piie.com/system/files/documents/wp19-4.pdf>.
- Carney, M. (2015). *Breaking the Tragedy of the Horizon – climate change and financial stability*, 29 de septiembre, Bank of England. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.fsb.org/wp-content/uploads/Breaking-the-Tragedy-of-the-Horizon-%E2%80%93-climate-change-and-financial-stability.pdf>.
- (2019). *A New Horizon*, European Commission Conference: A global approach to sustainable finance, 21 de marzo. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/speech/2019/a-new-horizon-speech-by-mark-carney.pdf?la=en&hash=F63F8064E0408F038CABB1F29C58FB1A0CD0FE25>.
- CBI (Climate Bonds Initiative) (2019). Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.climatebonds.net/>.
- Chancel, L., y T. Piketty (2015). *Carbon and inequality: from Kyoto to Paris. Trends in the global inequality of carbon emissions (1998-2013) & prospects for an equitable adaptation fund*, noviembre, Paris School of Economics. Consultado en septiembre de 2019, en <http://piketty.pse.ens.fr/files/ChancelPiketty2015.pdf>.
- CLC (Climate Leadership Council) (2019). *Economists' Statement on Carbon Dividends*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.clcouncil.org/economists-statement/>.
- Coase, R. H. (1960). «The problem of social cost», *The Journal of Law and Economics*, 3, pp. 1-44.
- CPD (Carbon Pricing Dashboard) (2019). *The World Bank Group*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>.
- CPLC (Carbon Pricing Leadership Coalition) (2017). *Report of the High-Level Commission on Carbon Prices, 29 de mayo*. Consultado en septiembre de 2019, en https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53decccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf.
- Credit Suisse (2018). *The Global Wealth Report 2018*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.credit-suisse.com/corporate/en/research/research-institute/global-wealth-report.html>.
- CTI (Carbon Tracker Initiative) (2018). *Carbon Budgets Explained*, febrero. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.carbontracker.org/carbon-budgets-explained/>.
- (2019a). *Breaking the Habit – Why none of the large oil companies are “Paris-aligned”, and what they need to do to get there*, 5 de septiembre. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.carbontracker.org/reports/breaking-the-habit/>.
- (2019b). *Paying With Fire: How oil and gas executives are rewarded for chasing growth and why shareholders could get burned*, 14 de febrero. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.carbontracker.org/reports/paying-with-fire/>.
- De Grauwe, P. (2018). *Who should pay for the cost of climate policies?*, VOX, CEPR Policy Portal, 19 de diciembre. Consultado en septiembre de 2019, en <https://voxeu.org/content/who-should-pay-cost-climate-policies>.
- Diebold, F. X., N. A. Doherty y R. J. Herring (2010). *The Known, the Unknown, and the Unknowable in Financial Risk Management: Measurement and Theory Advancing Practice*, Princeton University Press.
- Dryzek, J. S., R. B. Norgaard y D. Schlosberg (2013). «Climate Change and Society: Approaches and Responses», en J. S. Dryzek, R. B. Norgaard y D. Schlosberg (eds.), *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*, Oxford University Press, Oxford.
- EC (European Commission) (2019a). *High-level conference: A global approach to sustainable finance*, 21 de marzo. Consultado en septiembre de 2019, en https://ec.europa.eu/info/events/finance-190321-sustainable-finance_en.
- (2019b). *Sustainable finance. EU taxonomy for sustainable activities*. Consultado en septiembre de 2019, en https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/190618-sustainable-finance-teg-report-taxonomy_en.pdf.

- Environmental Finance (2019). *Sustainable Bonds Insight 2019*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.environmental-finance.com/assets/files/SUS%20BONDS%20INSIGHT%20FINAL-final.pdf>.
- ESRB (European Systemic Risk Board) (2016). «Too late, too sudden: Transition to a low-carbon economy and systemic risk», *Reports of the Advisory Scientific Committee*, n.º 6, febrero. Consultado en septiembre de 2019, en https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/asc/Reports_ASC_6_1602.pdf.
- Gass, P., y D. Echeverría (2017). *Fossil Fuel Subsidy Reform and the Just Transition: Integrating approaches for complementary outcomes*, International Institute for Sustainable Development. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/fossil-fuel-subsidy-reform-just-transition.pdf>.
- GW (Global Warming Index) (2019). Oxford University Environmental Change Institute and the University of Leeds Priestley International Centre for Climate. Consultado en septiembre de 2019, en http://www.globalwarmingindex.org/AWI/info_page.html y en <http://www.globalwarmingindex.org/>.
- Haldane, A. G. (2010). «The \$100 billion question», *BIS Review*, 40/2010. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.bis.org/review/r100406d.pdf>.
- Heal, G. (2017). «Reflections — What Would It Take to Reduce U.S. Greenhouse Gas Emissions 80 Percent by 2050?», *Review of Environmental Economics and Policy*, 11 (2), julio, pp. 319-335.
- IEA (International Energy Agency) (2010a). *Analysis of the Scope of Energy Subsidies and Suggestions for the G-20 Initiative*, IEA, OPEC, OECD, World Bank Joint Report prepared for submission to the G-20 Summit Meeting Toronto (Canadá), 26-27 de junio. Consultado en septiembre de 2019, en https://www.iea.org/media/weowebiste/energysubsidies/G20_Subsidy_Joint_Report.pdf.
- (2010b). *The Scope of Fossil-Fuel Subsidies in 2009 and a Roadmap for Phasing Out Fossil-Fuel Subsidies*, An IEA, OECD and World Bank Joint Report prepared for the G-20 Summit, Seúl (Corea del Sur), 11-12 de noviembre. Consultado en septiembre de 2019, en https://www.iea.org/media/weowebiste/energysubsidies/second_joint_report.pdf.
- (2018). *World Energy Outlook 2018*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.iea.org/weo2018/>.
- (2019a). *World Energy Outlook. Fossil-fuel subsidies*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.iea.org/weo/energysubsidies/>.
- (2019b). *World Energy Investment 2019*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://webstore.iea.org/world-energy-investment-2019>.
- IMF (International Monetary Fund) (2008). «Climate Change and the Global Economy», en *World Economic Outlook*, capítulo 4, Washington, DC. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2008/01/pdf/c4.pdf>.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Fifth Assessment Report (AR5)*, Cambridge University Press, Cambridge. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr>.
- (2018). *Global Warming of 1.5 °C*, Special Report. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- IRENA (International Renewable Energy Agency) (2017). *Stranded assets and renewables: how the energy transition affects the value of energy reserves, buildings and capital stock*, Working Paper, julio. Consultado en septiembre de 2019, en https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Jul/IRENA_REmap_Stranded_assets_and_renewables_2017.pdf.
- Lautenschläger, S. (2019). *Central Bankers, Supervisors and Climate-Related Risks*, comentarios de Sabine Lautenschläger, miembro del Executive Board of the ECB, en la Network for Greening the Financial System Conference, en París, 17 de abril. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2019/html/ecb.sp190417~efcf14da2a.en.html>.
- Lloyd's (2014). *Catastrophe Modelling and Climate Change*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.lloyds.com/news-and-risk-insight/risk-reports/library/natural-environment/catastrophe-modelling-and-climate-change>.
- McGlade, C., y P. Ekins (2015). «The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 °C», *Nature*, 517 (7533), 8 de enero, pp. 187-190.
- Michaels, P. J., y P. C. Knappenberger (2016). *Lukewarming: The New Climate Science that Changes Everything*, Washington, Cato Institute.
- Morgan Stanley (2017). *Behind the Green Bond Boom*, 11 de octubre, Morgan Stanley Research, Nueva York. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.morganstanley.com/ideas/green-bond-boom>.

- NDRC (National Development and Reform Commission) (2019). *People's Republic of China*. Consultado en septiembre de 2019, en <http://en.ndrc.gov.cn/>.
- Newell, R. G., y D. Raimi (2018). *The New Climate Math: Energy Addition, Subtraction, and Transition*, octubre. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.rff.org/files/document/file/RFF-IssueBrief-NewClimateMath-final.pdf>.
- NGFS (Network for Greening the Financial System) (2019). *A call for action: Climate change as a source of financial risk*, First comprehensive report, abril. Consultado en septiembre de 2019, en https://www.banque-france.fr/sites/default/files/media/2019/04/17/ngfs_first_comprehensive_report_-_17042019_0.pdf.
- NN Investment Partners (2018). *Unravelling the Green Bond Premium*, enero. Consultado en septiembre de 2019, en https://assets.ctfassets.net/y4nxuejkhx03/5xLIB21LkkU0mYsi8gUeKm/40c0e58885f81a1fffdafc3150650e1d/EN_-_Unravelling_the_Green_Bond_Premium.pdf.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2019a). Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>, y actualizado en *The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (AGGI)*, en <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html> y en ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt.
- (2019b). *Global carbon dioxide growth in 2018 reached 4th highest on record*, 22 de marzo. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.noaa.gov/news/global-carbon-dioxide-growth-in-2018-reached-4th-highest-on-record>.
- (2019c). «State of the Climate in 2018», suplemento especial del *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100 (9), septiembre. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/state-of-the-climate/>.
- Nordhaus, W. D. (2015). *The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*, New Haven, Yale University Press.
- (2018a). *Nobel Prize Banquet Speech*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2018/nordhaus/speech/>.
- (2018b). *Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics*, Nobel Lecture in Economic Sciences, 8 de diciembre, Stockholm University. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/10/nordhaus-slides.pdf>.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), The World Bank y UN Environment (2018). *Financing Climate Futures: Rethinking Infrastructure*, OECD Publishing, París. Consultado en septiembre de 2019, en <http://www.oecd.org/environment/cc/climate-futures/policy-highlights-financing-climate-futures.pdf>.
- Oreskes, N., y E. M. Conway (2010). *Merchants of Doubt*, Londres, Bloomsbury Press.
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*, 4.ª edición, 1932, Londres, Macmillan.
- Pinker, S. (2018). *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress*, Viking.
- PRI (Principles for Responsible Investment) (2019). Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.unpri.org/>.
- Schoenmaker, D., y W. Schramade (2019). *Principles of Sustainable Finance*, Oxford University Press.
- Stock, J. H. (2019a). *Global Temperature and Human Activity*. Consultado en septiembre de 2019, en <https://econofact.org/global-temperature-and-human-activity>.
- (2019b). *Climate Change, Climate Policy, and Economic Growth*, de próxima publicación en el NBER Macroeconomics Annual. Consultado en septiembre de 2019, en <https://www.nber.org/chapters/c14264.pdf>.
- Terceiro, J. (2009). *Economía del Cambio Climático*, 2.ª edición, Madrid, Taurus.
- The Economist* (2019a). *Crude awakening*, 9-15 de febrero.
- (2019b). *Bigger oil*, 9-15 de febrero.
- Tirole, J. (2017). *Economics for the Common Good*, Princeton University Press.
- UNFCCC (The United Nations Framework Convention on Climate Change) (1992). Consultado en septiembre de 2019, en <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.