

Juan Cervigón Simo*

José López-Tafall Bascuñana**

QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO Y CÓMO LUCHAR CONTRA ÉL

En este artículo se explica la base científica del cambio climático, se adelanta la tipología de sus impactos y su posible evolución a medio plazo. Sobre esta base se repasa en detalle la lucha internacional contra el cambio climático, reflexionando sobre hitos clave como la Convención Marco, el Protocolo de Kioto y, finalmente, el reciente Acuerdo de París.

Palabras clave: calentamiento global, emisiones, gases de efecto invernadero, política medioambiental, Acuerdo de París.

Clasificación JEL: F53, Q2, Q4, Q54.

1. Introducción

El cambio climático es uno de los mayores retos que tenemos por delante, y debe acometerse con decisión y urgencia ya que el incremento de la temperatura de la Tierra está abriendo un abanico de riesgos con fuerte impacto económico y medioambiental. Además, su resolución tiene una gran complejidad ya que no hay una solución fácil sobre la que exista un consenso general. Las incertidumbres en cuanto a la magnitud de los impactos, los intereses económicos de determinados sectores, la distribución de las cargas, los esfuerzos económicos entre los países y la modificación de determinados hábitos de consumo son elementos

que dificultan establecer una senda clara de actuación para acometer el problema.

En este artículo analizaremos en una primera parte (apartados 2, 3 y 4) los fundamentos científicos del cambio climático, los impactos y riesgos que supone y sus posibles soluciones, que consisten fundamentalmente en la reducción de emisiones de CO₂ con el objetivo de evitar un incremento de la temperatura superior a 2° C. En una segunda parte (apartado 5) se describe la evolución del principal mecanismo de coordinación internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), pasando por el Protocolo de Kioto y las decisiones y acuerdos más importantes que se han ido tomando en las distintas Conference of Parties (COP), para acabar en el reciente Acuerdo de París y sus implicaciones.

* Profesor del Instituto de Empresa.

** Técnico Comercial y Economista del Estado. Director de Regulación de ACCIONA.

2. La base científica

El cambio climático es una realidad científica basada en evidencias observables como son el incremento de la temperatura de la atmósfera y de los océanos, la pérdida de hielo en los casquetes polares, la acidificación de los océanos, el incremento del nivel del mar y la acumulación en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (en adelante GEI). Estas variables se han mantenido dentro de unos umbrales de variación durante miles de años, pero desde 1950 se han apartado claramente de la oscilación histórica hasta alcanzar los niveles actuales.

Todos estos cambios observados pueden ser explicados de forma coherente si tenemos en cuenta el denominado «efecto invernadero», que relaciona el incremento de la concentración de GEI en la atmósfera con el aumento de la temperatura.

La temperatura media de la Tierra viene determinada por el balance de energía recibida del Sol a través de los rayos solares y la energía emitida por la tierra en forma de radiación infrarroja. Los GEI actúan como filtro que deja pasar la energía que proviene del Sol pero dificulta la emisión de calor desde la Tierra. El hecho de que la atmósfera atrapa calor es bien conocido desde hace mucho tiempo. El físico Joseph Fourier llegó a esta conclusión en 1820: según sus cálculos, la atmósfera aportaba unos 30 °C a la temperatura terrestre. Estudios recientes atribuyen a la atmósfera una aportación de 33 °C, lo que nos permite disfrutar de una temperatura media de +14 °C en vez de -19 °C. Por su parte, en 1860 el físico John Tyndall descubrió que determinados gases, como el CO₂, tienen cierta capacidad aislante y atrapaban calor. Posteriormente, en 1940 Walter Elsasser y otros desarrollaron un modelo teórico según el cual las moléculas de los GEI no interfieren en la radiación procedente del Sol, pero sí interfieren la emisión de la radiación infrarroja de la Tierra, «rebotando» parte del calor emitido.

Si bien en la actualidad este fenómeno no está cuestionado y goza de un amplísimo consenso, pues

las variables observadas de temperatura y concentración de GEI en la atmósfera coinciden plenamente con el modelo, todavía hay escépticos o negacionistas del cambio climático. Para ello esgrimen una variedad de argumentos, algunos pintorescos, que se pueden resumir en dos. En primer lugar, se alega que el incremento de los GEI no es la causa del incremento de la temperatura. El calentamiento global es prácticamente inapreciable y se podría explicar, dicen, por otras causas, como por ejemplo, los ciclos solares, las erupciones volcánicas, los aerosoles, etc., incluso la propia variación aleatoria del clima. En segundo lugar, el incremento de los GEI se debe, fundamentalmente, a causas naturales del ciclo de vida del CO₂ y no a causas antropogénicas. El consumo de combustibles fósiles en la actividad humana no tendría un impacto relevante en la acumulación de GEI en la atmósfera, ya que una posible alteración natural de los flujos de emisión y absorción de la naturaleza podrían explicar esta acumulación.

La conclusión práctica de ambos argumentos es la misma, a saber, no tiene sentido limitar la emisión de GEI, ya que el cambio climático, en el supuesto de que se estuviera produciendo, es independiente de la actividad humana.

Estos argumentos están claramente rebatidos en la literatura científica.

El primero de ellos basa su razonamiento en que son muchos los elementos que influyen y determinan el clima y la temperatura de la Tierra. ¿Por qué entonces ese empeño en analizar el impacto de los GEI en vez de considerar el impacto de todos y cada uno de los elementos que inciden en el clima?

Precisamente para cuantificar y analizar cada uno de los factores que inciden en la temperatura de la Tierra, se utiliza el concepto «forzamiento radiativo», que es el cambio de los flujos de energía que recibe y emite la Tierra. La temperatura media está determinada por el balance neto de los flujos de entrada y salida de energía, que a su vez depende de diversos factores. El forzamiento radiativo nos permite analizar

y cuantificar el impacto de cada uno de los factores de forma aislada. De esta manera se puede calcular el impacto de cada uno de los GEI, de los aerosoles, de la variación de la radiación solar, de los cambios de uso de la tierra, etc. Los análisis científicos realizados nos indican con claridad que los GEI son los principales causantes del incremento del forzamiento radiativo y por lo tanto del incremento de la temperatura.

En cuanto al segundo argumento de los negacionistas, que pone en duda que el incremento de los GEI sea debido a las emisiones del hombre, basta con observar que durante los últimos 800.000 años las concentraciones de GEI en la atmósfera se han mantenido dentro de unos umbrales de variación, los cuales solo han sido superados a medida que se han ido produciendo mayores emisiones y aumentando la deforestación. Si bien es cierto que hay una variedad de fenómenos naturales que aportan y absorben CO₂ y otros GEI a la atmósfera, el incremento continuado de las concentraciones solo se puede explicar por las aportaciones de la actividad humana.

En definitiva, la temperatura de la Tierra y su variación en los últimos años se explican razonablemente bien con los modelos climáticos alimentados con los valores observados de concentración de GEI y el resto de factores, lo que nos permite confirmar la relación entre las variables y concluir que el calentamiento global está causado por el incremento de los GEI.

Los cambios observados durante los últimos 100 años, recogidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), son los siguientes: la temperatura media de la tierra se ha incrementado en 0,8 °C; el nivel del agua de los océanos se ha elevado 20 centímetros; la concentración de CO₂ en la atmósfera ha pasado de 280 a 400 partes por millón (ppm); y la acidificación de los océanos medida como decremento del pH ha disminuido en 0,1 (a menor pH mayor acidez). Además, durante los últimos 50 años se ha perdido una masa de hielo de 225 gigatoneladas (Gt) al año. Todos estos datos (con los correspondientes intervalos de confian-

za que aquí omitimos para no complicar la exposición) demuestran la tesis de que el cambio climático es una realidad objetiva.

Los cambios también están teniendo importantes consecuencias en los sistemas naturales y los sistemas humanos. Los sistemas hidrológicos y de agua dulce de algunas regiones se han visto alterados por los cambios en las precipitaciones y la desaparición de masas de nieve y hielo. Diversas especies marinas y terrestres han emigrado a otros hábitats, modificado sus patrones de migración, cambiado su forma de interactuar con otras especies y se ha alterado el número de individuos, estando en riesgo de extinción numerosas especies. El impacto en el rendimiento de las cosechas tiene efectos mixtos, en algunos lugares positivos y en otros negativos, pero el efecto conjunto es negativo. El número de eventos extremos y su intensidad se ha incrementado como por ejemplo las olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones y fuegos naturales.

3. Evolución futura del clima y proyección de los impactos

Hasta aquí hemos visto lo que ya ha sucedido. Ahora queda proyectar la evolución en el futuro y valorar sus efectos en los sistemas naturales y humanos. Los modelos climáticos, además de explicar la relación entre las variables observadas, buscan proyectar los cambios climáticos que se producirán en el futuro en función de los niveles de concentración de los GEI en la atmósfera.

Nótese que lo más relevante en los modelos de cambio climático no es tanto la emisión anual de GEI, *sino su acumulación en la atmósfera*, lo cual es muy importante a la hora de definir objetivos climáticos. Si queremos limitar el calentamiento global en un máximo de 2 °C, tendremos que mantener la concentración de GEI por debajo de un determinado umbral: una vez alcanzado el umbral no podrá haber emisiones adicionales. Esta es una de las características más importantes del problema del cambio climático, ya que los GEI pueden permanecer

en la atmósfera un largo tiempo (en particular el CO_2 , con una permanencia de cientos de años). Por lo tanto, conseguir un objetivo de estabilidad climática implica una fortísima reducción de las emisiones hasta 2050 y a partir de entonces continuar una senda descendente hasta llegar a prácticamente cero emisiones hacia el año 2100. Por ejemplo, una trayectoria de reducción de emisiones compatible con el objetivo de la COP21 de París sería pasar de las 50 GtCO_2eq actuales a 35 GtCO_2eq ¹ en 2030 y 20 GtCO_2eq en 2050 y posteriormente continuar su reducción a cero en 2100.

Para medir este impacto de la acumulación de CO_2 en la atmósfera se utiliza el concepto de «sensibilidad climática», que es el incremento de la temperatura media que provocaría duplicar la concentración de CO_2 en la atmósfera respecto de los niveles preindustriales en 1750. Es decir, la sensibilidad climática es el incremento de la temperatura si se pasara de 280 ppm a 560 ppm de CO_2 . En el año 1896 el científico Svante Arrhenius calculó la sensibilidad climática por primera vez y llegó a la conclusión de que era un valor entre 5 y 6 °C. Afortunadamente, este valor ha resultado exageradamente alto, y la estimación que recoge el IPCC en su último Informe de Evaluación de 2014 la sitúa en el intervalo 1,5 °C y 4,5 °C, con una probabilidad superior al 66 por 100. Como referencia recordemos que en la actualidad estamos en 400 ppm y la temperatura se ha incrementado en 0,8 °C.

Como puede observarse, el rango de 1,5 °C a 4,5 °C es bastante amplio, lo que introduce incertidumbre a la hora de calcular los impactos que tendrá el incremento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera. Las proyecciones de los escenarios con un incremento de la temperatura de 1,5 °C son muy diferentes a los que resultan con 4,5 °C. En cualquier caso, es la mejor estimación científica que tenemos sobre la relación CO_2 y el incremento de la temperatura.

¹ Las emisiones de gases de efecto invernadero se contabilizan como emisiones de CO_2 equivalente (gigatoneladas de CO_2eq) utilizando para cada gas los valores de las ponderaciones basadas en los potenciales de calentamiento global de 100 años.

Esta relación entre el CO_2 y la temperatura es la piedra angular para proyectar los escenarios climáticos futuros a partir de las emisiones anuales de CO_2 . Por ejemplo, la proyección del ritmo de emisiones actuales hasta 2050 nos lleva a una determinada concentración de CO_2 , que a su vez nos permite calcular el incremento de la temperatura, lo cual nos permite, finalmente, evaluar los riesgos asociados.

Los modelos climáticos, basados en el forzamiento radiativo y la sensibilidad climática, tienen una gran complejidad, por lo que sus resultados se presentan como intervalos de probabilidad sobre la temperatura futura del planeta en función de las emisiones de GEI. Pero existen otros fenómenos posibles asociados al cambio climático que no son lineales ni continuos y que pueden producir cambios bruscos cuando se superan determinados umbrales de temperatura. Por ejemplo, los modelos nos pueden ayudar a comprender y cuantificar la pérdida progresiva de hielo en las zonas polares y sus efectos climáticos. También tienen en cuenta la transferencia de energía en el sistema climático global de las grandes corrientes oceánicas. Sin embargo es difícil incorporar en los modelos los cambios bruscos que provocaría un colapso de la masa de hielo o cambios en las corrientes oceánicas. También existe el riesgo de que se descongele el permafrost (suelo congelado) de amplias zonas en Siberia, lo que podría provocar la liberación de grandes cantidades de metano congelado incrementando de forma abrupta los GEI, o la desaparición de especies. Hay evidencia de que los sistemas naturales tienden a buscar un equilibrio determinado dentro de unos parámetros generales de contorno, pero cuando esos parámetros superan determinados umbrales puede generarse un nuevo punto de equilibrio, lo que haría que el sistema en su conjunto cambiase de forma brusca buscando su nuevo punto de equilibrio. Este tipo de fenómenos ya han ocurrido en otros momentos de la historia geológica de la Tierra y su ocurrencia podría generar escenarios futuros mucho más perjudiciales que los registrados por modelos más lineales.

4. Cómo evitar los riesgos del cambio climático

El cambio climático supone una amenaza para los sistemas naturales y humanos. La prevención de los riesgos del cambio climático pasa por la reducción de los GEI y, con la tecnología disponible, esto significa evitar la combustión de combustibles fósiles. Es lo que se denomina «descarbonización» de la economía o la sociedad.

No es tarea fácil evitar el uso de combustibles fósiles ya que su consumo está íntimamente ligado a nuestro desarrollo económico y estilo de vida. El crecimiento económico y el crecimiento de la población son los principales factores que determinan el crecimiento del consumo de combustibles fósiles.

Quizá en el futuro aparezcan nuevas tecnologías que permitan «limpiar» la atmósfera de GEI o emitir partículas que contrarresten el efecto invernadero. Por ejemplo, el incremento de la masa forestal actuaría como un sumidero natural de CO₂ (de hecho, una de las actividades humanas que se contabilizan como emisoras de CO₂ es la deforestación). También se está investigando la tecnología *Carbon Capture and Sequestration* (CCS por sus siglas en inglés), que consiste en capturar el CO₂ producido en la generación eléctrica de carbón e inyectarlo en depósitos naturales bajo tierra o en el fondo del océano. Otras tecnologías consistirían en la emisión de partículas reflectantes en la estratosfera con el objetivo de evitar radiación solar y enfriar el planeta. Este tipo de tecnologías se inspiran en el efecto que tuvo la erupción del volcán de Monte Pinatubo en Filipinas en 1991, que al emitir 20.000.000 de toneladas de dióxido de sulfuro provocó una disminución de la radiación solar entre el 2 y 3 por 100 durante un año y una disminución de 0,5 °C de la temperatura. La duda es si es posible emitir partículas que disminuyan la radiación solar sin provocar efectos no deseados. En cualquier caso, el estado actual de la tecnología y su capacidad real para mitigar el cambio climático es todavía muy limitado y no ofrecen una solución clara al problema más allá de la reducción de emisiones.

Volviendo a las soluciones basadas en la descarbonización, existe una amplia variedad de iniciativas y mecanismos que podemos agrupar en tres grandes categorías: *i)* impulso al desarrollo tecnológico de nuevas tecnologías limpias y renovables que sustituyan el uso de combustibles fósiles; *ii)* definición de estándares que exijan unos rendimientos mínimos en el consumo energético; y *iii)* mecanismos de mercado para incorporar los costes medioambientales en el ciclo económico del consumo de combustibles fósiles.

Los mecanismos de impulso tecnológico están dando unos resultados muy esperanzadores, ya que se ha conseguido abaratar los costes de determinadas tecnologías hasta hacerlas prácticamente competitivas con las tecnologías tradicionales, especialmente en el campo del suministro eléctrico. Los últimos contratos de energía eléctrica adjudicados en Chile, México y Perú demuestran que hay operadores privados que están dispuestos a producir energía fotovoltaica y eólica a precios verdaderamente competitivos, por debajo de los 50 dólares el MWh. El resto de tecnologías renovables también están abaratando sus costes. Este camino todavía tiene mucho recorrido por delante en la medida en que las tecnologías renovables necesitan ser competitivas para sustituir completamente a las energías fósiles. En el sector del transporte la innovación se produce de modo más lento, con la introducción de los biocombustibles y, últimamente, con los avances en el vehículo eléctrico², de los que ya se ha superado la primera barrera de venta de 1.000.000 de unidades en el mundo. Aunque esta cifra es irrelevante desde el punto de vista de la disminución de emisiones, es importante porque son volúmenes claramente suficientes para movilizar iniciativas importantes desde el punto de vista de desarrollo de mercados.

Los mecanismos basados en la fijación de estándares sobre los rendimientos mínimos o consumos máximos también están dando sus frutos. La obligación de

² Obviamente, vinculado al consumo de electricidad de origen limpio no fósil, como la renovable.

construir edificios con determinadas características de aislamiento, el etiquetado de electrodomésticos y otros aparatos que consumen energía, la limitación de emisiones a los vehículos, etc., contribuye de forma importante a controlar las emisiones. Asimismo, se incentiva a la industria para que incorpore la variable «eficiencia energética» en los procesos de diseño e innovación de nuevos productos.

Finalmente, los denominados mecanismos de mercado pretenden gravar las emisiones de GEI, con el objetivo de disminuir su demanda e incentivar el uso de otras energías alternativas. Los mecanismos de mercado tratan de compensar el hecho de que el coste del consumo de combustibles fósiles no incluye los costes asociados a los riesgos climáticos, que constituyen una externalidad negativa. Es decir, cuando consumimos combustibles fósiles no estamos pagando todos los costes ya que estamos consumiendo un recurso, el medio ambiente, por el que no estamos pagando nada. La forma más eficiente de resolver una externalidad negativa es obligar al causante del daño a su reparación. Bajo esta premisa se desarrolla el concepto de «quien contamina paga», en el sentido de que asume los costes de descontaminación. Con ello desaparece la externalidad negativa y se restituye el mecanismo de mercado como la institución que optimiza el valor social equilibrando precios y cantidades.

Existen dos mecanismos de mercado principales: la imposición de un impuesto sobre las emisiones y el denominado *cap and trade*. El primero consiste en imponer un impuesto al agente económico que emite los GEI, tanto si se trata de un particular gravando la gasolina o el diésel que consume su coche como el consumo de carbón de una central eléctrica.

En el sistema *cap and trade* se establece la obligación de disponer de derechos de emisión para emitir GEI. Estos derechos los crea el regulador que decide el volumen de emisiones permitidas, *cap*, que posteriormente se asignan a los emisores mediante una subasta competitiva u otro procedimiento regulado. En paralelo se crea un mercado para la compraventa de

los derechos, de forma que si un agente económico necesita más derechos de emisión los puede adquirir a otro que no los necesita al precio que marque el mercado en cada momento.

Ambos sistemas recogen el concepto de «quien contamina paga». En un caso el regulador define el impuesto por unidad emitida esperando que ese coste adicional reduzca el volumen de emisiones. En el otro caso se define la cantidad máxima de emisiones y el mercado, mediante el mecanismo del precio de los derechos de emisión, incorpora un coste adicional en los productos y servicios en función de la cantidad de emisiones. Ambos sistemas son equivalentes desde el punto de vista teórico en el sentido que producen los mismos efectos en el mercado, siempre y cuando la tasa o el volumen máximo de emisiones estén bien establecidos por el regulador. Sin embargo, desde el punto de vista práctico los sistemas no son equivalentes: por ejemplo, el sistema de *cap and trade* permite controlar directamente el volumen de emisiones, por lo que es más fácil implementar una trayectoria de reducción de emisiones a lo largo del tiempo. Además, resulta más fácil justificar un volumen máximo de emisiones que una tasa impositiva.

El eje transversal

Pero todas las medidas anteriores solo alcanzan su eficacia si se integran en un ámbito más amplio: el de la gobernanza y el tratamiento internacional del problema. En efecto, descarbonizar la sociedad es una actividad que tiene costes inmediatos pero cuyos beneficios son a largo plazo e inciertos en cuanto a su magnitud. Además, para que dichos beneficios se produzcan es necesario que los esfuerzos se realicen por todos los emisores. Por lo tanto, ni los países ni los agentes económicos tienen incentivos para implementar medidas de lucha contra el cambio climático, lo que hace que los mecanismos de gobernanza sean especialmente importantes para coordinar y repartir los esfuerzos.

Por ejemplo, si España decidiera reducir sus emisiones a cero, incurriría en unos costes completamente

inasumibles y a cambio contribuiría a reducir las emisiones globales en un 1 por 100 aproximadamente. Una cantidad insignificante que probablemente sería absorbida con el crecimiento de un año de la economía mundial. Esto nos ilustra de la irrelevancia de tomar medidas no coordinadas entre todos los emisores.

Con independencia del procedimiento que se elija para mitigar las emisiones de GEI, es pues necesaria la acción concertada de todos los agentes a nivel global. Es necesario un sistema de coordinación y gobernanza.

5. La política global contra el cambio climático

El inicio de todo: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El modelo de lucha contra el cambio climático es un ejemplo de colaboración internacional. En las dos últimas décadas los distintos países han sido capaces de dotarse de un diagnóstico y herramientas comunes, con una vinculación legal creciente.

Tras la primera evidencia científica del cambio climático en los años sesenta y setenta, la iniciativa de la lucha contra el fenómeno se sitúa a nivel multilateral. El proceso es global y exige una respuesta común para evitar los efectos típicos de una situación de bien público, en la que las partes consideran posible beneficiarse de la política sin tomar parte en su implantación (efecto polizón o *free-rider*).

El primer esfuerzo se centró en establecer una base científica común. Se crea así en 1988 en la ONU el IPCC, cuya función es la de valorar el fenómeno, su profundidad y evolución temporal, y analizar posibles impactos y estrategias de respuesta. El IPCC no debe fijar políticas, sino aportar investigación. Su primer informe de evaluación aparece en 1990 con un hallazgo fundamental: la actividad del ser humano está incrementando las partículas de GEI en la atmósfera intensificando el efecto invernadero. Sobre todo, el informe concluye que incluso en un escenario de emisiones constantes el impacto sobre la atmósfera sería acumu-

lativo. No basta, pues, con consolidar las emisiones: es necesario reducirlas.

Sobre esta base científica comienzan en 1990 los trabajos para negociar un acuerdo multilateral. Los debates anticipan ya elementos comunes a todos los desarrollos posteriores de lucha contra el cambio climático:

- La dificultad de imposición de medidas comunes *concretas* para todos los países, pero la necesidad paralela de evitar «polizones» y comprometer a todos.

- La necesidad de reconocer la *responsabilidad compartida, pero diferenciada*, de los distintos países, siendo los más desarrollados los que mayores emisiones han generado históricamente.

- La importancia de considerar los efectos distributivos de las medidas, tanto entre países (desarrollados *versus* en vías de desarrollo; productores de *oil&gas* *versus* resto de afectados; más afectados *versus* menos afectados) como entre generaciones (reparto de costes y beneficios intergeneracionales).

Finalmente, la Convención Marco sobre Cambio Climático se firmó en la Cumbre de Río de 1992, y entró en vigor en marzo de 1994 tras ser ratificada por 50 países. En la actualidad 197 Partes la han ratificado. Su objetivo principal marca aún hoy la base de la política común contra el cambio climático: «lograr [...] la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático» (artículo 2).

Bajo este principio se desglosa todo un esquema legal. La Convención se concreta en un texto marco, centrado en los GEI³. Establece una serie de obligaciones comunes para todas las partes firmantes, fundamentalmente inventariar las emisiones existentes y aportar información periódica de las medidas de reducción de emisiones. No obstante, y en una línea seguida hasta hoy, identifica obligaciones específicas para los

³ Los GEI considerados son dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

países desarrollados y en vías de transición (listados expresamente en el Anexo I del texto). En concreto, estos países deben reducir en el año 2000 su nivel de emisiones de GEI al de 1990; asumir mayores exigencias de políticas nacionales, reporte y control de las mismas; y, adicionalmente, comprometerse a financiar las actividades que deben realizar los países no del Anexo⁴. La Convención sienta así el modelo de obligaciones diferenciadas cuya lógica es tanto histórica (el *stock* de GEI procede en mayor medida de la actividad industrial de los países desarrollados) como económica (la menor capacidad de los países en vías de desarrollo de reducir emisiones a coste bajo, y su objetivo prioritario de crecimiento económico).

Asimismo, se incluyó el compromiso de los países desarrollados de financiar el esfuerzo del resto. Es de destacar que el compromiso financiero no se concretó en aportaciones específicas, sino en la identificación de la Global Environment Facility (GEF), ya creada en la Cumbre de Río, como agente financiero de la Convención.

Otra característica muy importante de la Convención es que prevé la reunión anual de las Partes, la Conferencia de las Partes (COP por sus siglas en inglés), y crea un entramado institucional de comités de asesoramiento científico y seguimiento. Todo esto, vigente hoy en día, tiene un gran valor pues es lo que permite que el esfuerzo común se vaya concretando y monitorizando.

La importancia de la Convención es difícil de minusvalorar. Con una base científica seminal, y quizá animados por el entonces reciente Acuerdo de Montreal de 1987, para proteger la capa de ozono, 154 países fueron capaces de alcanzar un acuerdo global. Se crea un texto vinculante, soportado por un esquema institucional, y un compromiso común para todos los países del planeta: a partir de aquí el proceso está lanzado.

⁴ Este compromiso financiero lo asumen los países del Anexo II, que son los del Anexo I exceptuando las economías industrializadas en transición (básicamente los antiguos países del Este).

De la Convención al Protocolo de Kioto

Tras la ratificación de la Convención el hito más inmediato fue la publicación del *Segundo Informe de Evaluación* del IPCC en 1995. Si bien avanzó más datos de posibles impactos y costes, progresivamente confirmados en las ediciones posteriores (2001, 2007 y 2014), aportó dos nuevos conceptos fundamentales. En primer lugar, la idea de medidas *no-regrets*, esto es, aquellas que aportan beneficios netos directos (como reducción del coste de la energía o polución) sin contar con sus impactos sobre el cambio climático; en segundo lugar, la idea de la necesidad de una «acción conjunta» para lograr la mitigación.

La COP1 en Berlín sirvió para constatar esta necesidad de un mayor compromiso cuantitativo por parte de los países desarrollados. Se da un mandato para negociar en este sentido, que fructifica en 1997 con el Acuerdo para modificar la Convención con su primer protocolo, el Protocolo de Kyoto. La ratificación de este texto fue más polémica, por la posición contraria de algunos países (como Rusia y, sobre todo, EE UU, que no lo ha ratificado). Finalmente, entró en vigor en febrero de 2005, con la ratificación de 55 Partes que representan al menos el 55 por 100 de las emisiones globales contempladas en su Anexo B. En la actualidad, el Protocolo sigue vigente, y ha sido ratificado por 192 países a agosto de 2016.

Básicamente, el Protocolo compromete solo a los países desarrollados del Anexo I de la Convención y se compone de: *i)* unos objetivos cuantitativos de reducción de emisiones por países a medio plazo, preferentemente con políticas nacionales; *ii)* la creación de «mecanismos de flexibilidad» que permiten complementar tales políticas con acciones internacionales; y *iii)* un sistema reforzado de medición de emisiones, registro y verificación.

Los objetivos de emisión se fijan inicialmente para el primer período de compromiso, 2008-2012, en el que los países del Anexo I deben reducir sus emisiones de

GEI conjuntamente en un 5 por 100 respecto de 1990⁵ (en el caso de la UE, tal reducción era conjunta del -8 por 100, lo que permitía subidas de emisiones en algún país comunitario, como España con el +15 por 100)⁶. Esta reducción concreta se detalla en el Anexo B del Protocolo, y afecta a las emisiones de la energía, agricultura, industria y otros procesos (salvo el transporte aéreo y marítimo), y deben alcanzarse para el total del quinquenio (no solo al final). Esta cuantía asignada se divide en bloques de una tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂eq), denominada unidades de cantidad atribuida (UCA, o AAU por sus siglas en inglés).

Si bien el objetivo acordado por las Partes es que los esfuerzos de mitigación deriven de políticas nacionales, la firma del Acuerdo exigía vías de flexibilidad. Para ello se crean en el Protocolo tres mecanismos.

En primer lugar, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL, artículo 12), que permite a un país del Anexo I invertir en proyectos de reducción de emisiones o de fijación de carbono (LULUCF) en un país en vías de desarrollo. El país del Anexo I recibe los créditos de reducción del proyecto (reducciones certificadas de emisiones o RCE), que utiliza para alcanzar sus compromisos. En segundo lugar, el Mecanismo de Aplicación Conjunta (artículo 6): en este caso, la inversión es de un país del Anexo I en otro país del Anexo I, y el país receptor se descuenta las unidades de reducción de emisiones (URE) de su cantidad atribuida, que adquiere el país inversor. Finalmente, el tercer mecanismo previsto (artículo 17) es la referencia al comercio de emisiones, menos desarrollada, aunque sí ha inspirado diversos sistemas, el más avanzado el sistema de emisiones europeo (ETS, por sus siglas en inglés).

Este conjunto de mecanismos genera unidades que son comercializables entre las Partes, y también entre empresas, dentro de unos límites. De hecho, va-

rios países, entre ellos España, pudieron cumplir los compromisos asumidos para el período 2008-2012 adquiriendo cantidades sobrantes o certificados a otros países. El sistema también persigue beneficiar a los países en vías de desarrollo y, en concreto, el MDL permite a estos países generar un incentivo para atraer inversiones desde países del Anexo 1.

Finalmente, el tercer elemento clave del Protocolo lo constituye un sistema reforzado de registro de emisiones y de control de transacciones. Todo este modelo se ha desarrollado metodológicamente mediante sistemas nacionales e internacionales de registro, que verifican tanto las emisiones reducidas (o capturadas) como la validez de los intercambios de UCA, RCE o URE⁷. Esta es la base que permite verificar si los objetivos cuantitativos se han cumplido o no.

El Protocolo prevé su continuidad en el tiempo, y anticipa que posteriores períodos de compromiso se incluirán simplemente modificando el Anexo B y las cuantías allí incluidas. Este es de hecho el caso de la Enmienda de Doha al Protocolo, que fue aprobada en 2012, y que establece los límites de emisión para el período 2013-2020.

La Enmienda tiene como principal contenido fijar nuevos compromisos de reducción de emisiones para los países del Anexo I⁸, en este caso del 18 por 100 respecto a 1990 para el período 2013-2020, incluyendo un nuevo gas (trifluoruro de nitrógeno). Sin embargo, el Acuerdo está teniendo problemas de ratificación, pues a septiembre de 2016 solo 66 Partes lo habían hecho de las 144 necesarias. Además, países tan relevantes como Japón o Rusia han anunciado que no asumirán compromisos en este segundo período, mientras que otros (como Canadá) se han retirado del Protocolo o, directamente, no lo han ratificado (EE UU). Por su parte, la UE aún no lo ha hecho formalmente.

Estas dificultades revelan la necesidad de revisión del modelo de la Convención y, de hecho, explican

⁵ En el caso de los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre se permite 1995 como año base, y también los países en transición a una economía de mercado tenían más flexibilidad en el año base.

⁶ Tal cómputo permite incluir también los mecanismos de captura y almacenamiento de CO₂ en usos de tierra o forestales.

⁷ Además de otras unidades vinculadas a sumideros de CO₂.

⁸ Si bien con cambios en la lista de países (37) respecto a la versión del Anexo I del período 2008-2012.

buena parte del cambio de enfoque adoptado en el Acuerdo de París en diciembre de 2015.

El Acuerdo de París y el nuevo enfoque

Desde un punto de vista cuantitativo, el Protocolo de Kioto cumplió sus objetivos pues los países del Anexo I redujeron sus emisiones en un 24 por 100⁹, muy por encima del 5 por 100 pactado. No obstante, esa realidad fue paralela con el hecho de que la década 2000-2010 registró el mayor crecimiento de emisiones de GEI de las últimas décadas, alcanzando un nivel récord histórico de $49 \pm 4,5$ GtCO₂eq/año en 2010¹⁰.

Este resultado refleja que los países del Anexo I apenas representaban el 30 por 100 de las emisiones globales. De cara al segundo período de compromiso 2012-2020, esta relevancia es aún menor, pues los miembros del Anexo I cubren menos del 15 por 100 de las emisiones de GEI mundiales.

Estos datos son la superficie bajo la cual se generó un intenso debate sobre el modelo a seguir en el futuro, y al que responde, con el paso del tiempo, el Acuerdo de París. Para los países desarrollados es difícil continuar con un modelo en el que los compromisos cuantitativos solo se exigen a una parte y se deja fuera a los países en vías de desarrollo, que supondrán dos terceras partes de las emisiones en 2020. Para estos últimos, el esfuerzo de los anteriores no ha sido tal, pues el cumplimiento de reducción fue posible gracias al cambio económico de las economías en transición (Este de Europa), que hizo que buena parte de las reducciones de emisiones ya se hubieran alcanzado para 1997, lo que generó un superávit de las emisiones asignadas¹¹.

La realidad es que, dada la complejidad del fenómeno, resulta difícil valorar la eficacia de las medidas

cuantitativas, como Kioto¹². Por un lado, la reducción de emisiones en los países del Anexo I coincidió con una etapa de desaceleración económica acompañada de otros cambios, como la reducción del peso del sector industrial frente a los servicios o la deslocalización de actividades productivas hacia países en vías de desarrollo. Por otro lado, también se produjeron cambios importantes en las tecnologías energéticas, con la aparición de las renovables, o mejoras muy notables en eficiencia energética y, en general, un creciente compromiso social. Hasta qué punto esos cambios responden a la asunción de compromisos concretos de reducción de emisiones como es el Protocolo de Kioto o, por el contrario, a tendencias globales de la sociedad y de la economía, es difícil de saber. No obstante, es innegable que los compromisos asumidos sí han influido en los Gobiernos afectados y sus políticas y, también, en la sociedad.

En todo caso, el desarrollo de un modelo cuantitativo como Kioto llevó a un debate sobre el modelo de lucha internacional contra el cambio climático. Este debate genera un nuevo enfoque, concretado en el Acuerdo de París de diciembre de 2015. El Acuerdo, firmado por 180 Partes¹³ a 1 de septiembre de 2016, se ha presentado como un éxito, pues marca nuevos objetivos para el resto del siglo: por primera vez compromete a todos los países, y no solo a los desarrollados, en el cumplimiento de un único objetivo, que es mantener el aumento de temperatura global en el siglo por debajo de dos grados Celsius, sin descartar la posibilidad de un aumento menor (1,5 °C).

El Acuerdo reconoce que las emisiones de GEI continuarán subiendo, y que por tanto lo primero es adelantar la fecha en la que alcanzarán un máximo. A partir de ahí, el objetivo es que las emisiones comiencen a reducirse globalmente, hasta alcanzarse un

⁹ MOREL y SHISHLOV (2014). El dato ya tiene en cuenta el efecto de la retirada de Canadá y la no participación de EE UU.

¹⁰ GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (2014). *Cambio climático 2014. Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas*. P. 5. ONU.

¹¹ Principalmente a Rusia y otros países del Este, en un efecto conocido como *hot air*.

¹² Un análisis actualizado se puede encontrar en el estudio de MOREL y SHISHLOV (2014). «Ex – Post Evaluation of the Kyoto Protocol: Four Key Lessons for the 2015 Paris Agreement», *CDC Climate Research*, nº 44, mayo 2014.

¹³ Incluida la Unión Europea.

equilibrio entre emisiones y captación en la segunda mitad de siglo.

Para alcanzar este objetivo común se crea una nueva herramienta, las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, National Determined Contributions). Las NDC recogen los compromisos que cada Parte asume para la reducción de emisiones, así como las medidas y políticas a implantar para lograrlo. Estas NDC se deben actualizar cada cinco años (empezando en 2023), respetando además el principio de progresividad, esto es, cada NDC debe fijar metas más ambiciosas de reducción que la anterior. El establecimiento de nuevos sistemas de monitorización y rendición de cuentas es otro elemento básico del Acuerdo de París, reforzando lo ya existente con anterioridad.

El Acuerdo mantiene también aspectos tradicionales de la lucha contra el cambio climático. En primer lugar, un nuevo llamamiento al apoyo financiero por los países desarrollados a los menos desarrollados, que si bien no se recoge en el texto sí figura en el documento no vinculante Decisión 1/COP21, donde se indica que deberán alcanzarse los 100.000 millones de dólares/año a partir de 2020. Estos fondos se deberán canalizar sobre todo a través de las herramientas financieras de la Convención, el GEF y el Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés). En segundo lugar, también se mantiene una referencia a un mecanismo que se identifica con un régimen de intercambio de emisiones a nivel global y la posibilidad de cooperación entre países (artículo 6), pero con muy poca precisión al respecto.

En tercer y último lugar, y si bien el Acuerdo es común para todas las Partes, los compromisos que estas deben comunicar «tendrán en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales» (artículo 4.3). Esto es, se mantiene la diferencia de obligaciones para los países en función de su grado de desarrollo, algo que queda más patente en el artículo 4.4 del Acuerdo, donde queda claro que los países desarrollados deberán «adoptar metas absolutas de reducción de emisiones», mientras que los

países en desarrollo deberán aumentar sus esfuerzos de mitigación y, con el tiempo, «adoptar metas de reducción o limitación de las emisiones». Persiste, pues, la doble velocidad, si bien es cierto que hay países en desarrollo cuyas NDC ya recogen voluntariamente reducciones absolutas de emisiones (como Brasil).

A diferencia de sus predecesores más recientes, Kioto y Doha, el Acuerdo de París parece destinado a ser ratificado con más celeridad incluso que la prevista. Su entrada en vigor exige la ratificación de al menos 55 países que supongan el 55 por 100 de las emisiones de GEI. Tras la ratificación por EE UU y China en la reunión del G20 de septiembre de 2016, a inicios de ese mes 26 países habían ya ratificado el Acuerdo, con un total de 39,06 por 100 de emisiones, lo que hace prever que incluso en 2017 pueda ser ya ratificado.

6. Conclusiones, ¿éxito o fracaso?

Llegados hasta aquí, la pregunta a realizar es si todo este ejercicio es un éxito o, por el contrario, un fracaso. Buena parte de las críticas iniciales al proceso se centraron en el negacionismo del propio cambio climático, algo actualmente testimonial en el ámbito científico gracias al trabajo científico centrado en torno al IPCC.

Otra parte de las críticas proceden del análisis frío de los datos, pues la realidad es que las emisiones no han dejado de crecer; de hecho, las NDC remitidas según el Acuerdo de París son insuficientes para lograr incluso la contención de los 2 °C.

Pero una valoración sensata de lo conseguido debe partir, necesariamente, de la consideración de que el cambio climático es un fenómeno global. Dado lo anterior, el primer éxito del proceso es su propia existencia: mientras que la Humanidad tardó siglos en reconocer los Derechos del Hombre o para crear un sistema de gobernanza mundial como la ONU, en apenas 20 años, desde la Convención en 1994, el mundo actual ha conseguido ponerse de acuerdo en una evidencia científica común y trasladarla a acuerdos vinculantes para todos los países del planeta.

Además, esta lucha es progresiva y basada cada vez más en datos medibles. El hecho de que las NDC surgidas con el Acuerdo de París sean insuficientes para alcanzar el objetivo fijado es, quizá, la mejor constancia de esto, pues revela que se es consciente de que hay que hacer más esfuerzos... y que todas las Partes reconocen esta necesidad. No es un camino fácil pues el mundo no se para: de hecho, tan solo el aumento de población, que la ONU espera que pase de 7.300 millones de personas en 2015 a 9.700 en 2050 y 11.200 en 2100¹⁴, supondrá una presión enorme para alcanzar los objetivos. Pero hay un compromiso de medir, revisar, actuar, volver a medir... y volver a actuar. Y así sucesivamente.

Por último, la mejor prueba del éxito de esta política es la simple observación de nuestra realidad cotidiana. La lucha contra el cambio climático influye en nuestras políticas económicas y medioambientales de modo creciente y lo seguirá haciendo: la fiscalidad medioambiental, los sistemas de derechos de emisión como el ETS europeo, la revolución tecnológica que suponen las energías renovables o el impulso de la eficiencia energética son solo algunas de las realidades actuales cuyo origen procede de esta política internacional. Pero sería un error considerar que el impacto se acaba en estas políticas, pues afecta a toda la economía. La innovación tecnológica, el tratamiento de aguas, la construcción de nuevas infraestructuras, la gestión de recursos naturales, las nuevas generaciones de combustibles y la multitud de nuevos modelos de negocio vinculados con una economía más sostenible son solo algunos de los múltiples ejemplos que se pueden citar.

Afortunadamente, la preocupación por nuestro medio ambiente y por el legado que dejamos a las generaciones futuras ha permeabilizado en la sociedad actual, y con ella a toda la economía, rompiendo modelos y forzando la aparición de otros nuevos. Es cierto que este proceso no se vive con la misma intensidad en los paí-

ses en vías de desarrollo, algo lógico en zonas del mundo donde lo urgente es sobrevivir; sin embargo, aun así muchos países en desarrollo están adaptando ya sus políticas, reconociendo que existen ganancias directas (por ejemplo, recurriendo a las energías renovables para lograr el acceso a la energía y reducir su polución).

Todos estos cambios responden, en gran parte, al impulso de la lucha contra el cambio climático. Ese es, quizá, su mayor éxito: contribuir a poner en marcha un cambio estructural en nuestra forma de entender la economía y nuestra relación con el entorno, creando un nuevo paradigma que nos acompañará durante las próximas generaciones. Y más vale que sea así.

Referencias bibliográficas

- [1] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2016a). *Tracking Clean Energy Progress 2016*, París.
- [2] AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (2016b). *Energy Technology Perspectives 2016*. París.
- [3] AVERCHENKOVA, A. y BASSI, S. (2016). «Beyond the Targets: Assessing the Political Credibility of Pledges for the Paris Agreement» Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Centre for Climate Change Economics and Policy. Policy brief, febrero 2016.
- [4] CHATTERTON, R. (2015). *The Paris Agreement: COP Ci, COP Ça?* Bloomberg, New Energy Finance. Diciembre, 2015.
- [5] DELOITTE (2016). *Un modelo energético sostenible para España en 2050*. Madrid.
- [6] EUROPEAN COMMISSION (2015). *The Road to COP21. Game Changers for European Climate Strategy*.
- [7] FS UNEP (2016). *Global Trends in Renewable Energy Investment 2016*. Frankfurt School Collaborating Centre, Frankfurt.
- [8] GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (2014). *Informe de síntesis*. Resumen para responsables de políticas. IPCC.
- [9] GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (2014). *Fifth Assessment Report (AR5). The Physical Science Basis. Inputs, Adaptation and Vulnerability. Mitigation of Climate Change*. WMO, UNEP.
- [10] IRENA (2016). *Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation and Structured Finance*, Abu Dhabi.
- [11] KLEIN, N. (2015). *This Changes Everything*. London. Penguin Random House.

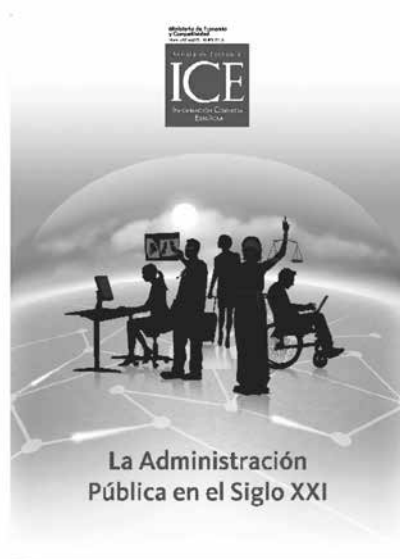
¹⁴ ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS (2015). *World Population Prospects. The 2015 Revision*, p.1.

- [12] MCKINSEY & COMPANY (2016). *Financing Change: How to Mobilize Private Sector Financing for Sustainable Infrastructure*. Londres.
- [13] MOREL, R. y SHISHLOV, I. (2014). «Climate Report». *Research on the Economics of Climate Change*, nº 44.
- [14] NORDHAUS, W. (2013). *The Climate Casino. Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*. New Haven. Yale University Press.
- [15] OSTROM E. (2005). *Understanding Institutional Diversity*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press.
- [16] REN21 (2016). *Global Status Report*. París.
- [17] STERN, N. (2015). *Why Are we Waiting. The Logic, Urgency, and Promise of Tackling Climate Change*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- [18] TOL, R. (2014). *Climate Economics. Economic Analysis of Climate, Climate Change and Climate Policy*. Cheltenham, Reino Unido. Edward Elgar Ed.
- [19] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (2004). *The First Ten Years*, Bonn. Alemania, UNFCCC.
- [20] WAGNER, G. y WEITZMAN M. (2015). *Climate Shock. The Economic Consequences of a Hotter Planet*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press.

ICE

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD INFORMACIÓN COMERCIAL ESPAÑOLA *Secretaría de Estado de Comercio*

Últimos números publicados



Librería virtual, suscripción y venta: www.mineco.gob.es
Pº de la Castellana, 162. 28046 Madrid
Telf. 91 603.79.97/93
www.revistasice.com
distribucionpublicaciones@mineco.es