

# Análisis económico y cambio climático

Raimundo Ortega

## I. Introducción

No puede afirmarse con seguridad que las torrenciales lluvias de esta primavera sean consecuencia del cambio climático, pero sí que, como las *meigas* gallegas, demuestran que este existe. De hecho y aun cuando se trate de una cuestión de moda, lo cierto es que nos referimos a una preocupación asentada en el tiempo. En efecto, en 1972 se celebró en Estocolmo una conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano y en ella se debatió la evolución del clima plasmándose por primera vez esa preocupación en compromisos institucionales que dieron lugar a la puesta en marcha de un Comité Intergubernamental de Negociación con el mandato de la Asamblea General de la ONU para elaborar una Convención que debatiera el problema del cambio climático, objetivo que se cumplió en mayo de 1992. Los países firmantes aceptaron una serie de obligaciones entre las cuales cabe destacar la elaboración periódica de inventarios nacionales de emisiones por fuentes y la de la absorción por los sumideros de los gases de efecto invernadero así como la formulación y puesta en práctica de programas nacionales para reducir el cambio climático. Tres años después se celebró en Berlín la primera reunión de las partes firmantes de la Convención para examinar si los compromisos de limitación de las emisiones por parte de los países desarrollados eran adecuados al cumplimiento del objetivo formulado en aquella. La decisión clave fue, sin duda, el acuerdo para poner en marcha un proceso que reforzase las medidas convenidas mediante un nuevo instrumento legal; el Protocolo de Kioto, de diciembre de 1997, fue el resultado de ese acuerdo.

Algunos años antes, en 1988, dos organizaciones de las Naciones Unidas —la Organización Meteorológica Mundial

(WMO en siglas en inglés) y el Programa Medio Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP)—, establecieron un Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), compuesto por científicos de todo el mundo cuya misión consistía en evaluar periódicamente el riesgo de cambio climático originado por la actividad humana. Sus informes se han convertido en la base de todos los debates serios relativos al cambio climático. El primer informe fue publicado en 1990 y en la actualidad están saliendo a la luz pública los informes de los grupos de expertos reunidos para la elaboración del Cuarto Informe, que se aprobará el próximo mes de noviembre en Valencia. Fue precisamente el segundo informe del Panel, aprobado en 1996, el catalizador de lo que se conoce actualmente como Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En dicho Protocolo, las Partes del Anexo I de la Convención —es decir, las naciones más desarrolladas, Rusia y los países del Este de Europa— se comprometieron a reducir durante el período 2008-2012 el total de sus emisiones de gases de efecto invernadero —GEI en adelante— al menos en un 5 por 100 respecto a los niveles de 1990, estableciéndose límites individuales de emisión para cada uno de ellos.

Los amantes de las curiosidades y rarezas tienen una joya en este instrumento legal ya que su cumplimiento —como algunas cajas fuertes— exige la puesta en marcha de dos condiciones: la ratificación de al menos 55 Partes en la Convención y que, entre ellas, se hallen Partes incluidas en el llamado Anexo I cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55 por 100 del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del citado Anexo correspondiente al año 1990. La primera condición se cumplió en 2002 con la ratificación de los países de la Unión Europea, y otros como Canadá y Japón, pero la segunda no fue posible ya que ni los EE.UU. ni Rusia

—que conjuntamente representaban el 53,5 por 100 de las emisiones del Anexo I— lo ratificaron entonces. Aun cuando el enrevesado sistema de la doble condición tenía una cierta lógica; a saber, se trataba de asegurar que una mayoría de países si tenían obligación alguna de reducir sus emisiones ejerciesen un control sobre aquellos otros que si debían constreñir las suyas. En todo caso, en 2001 EE.UU. anunció su rechazo definitivo al Protocolo, que se salvó gracias a que Rusia acabó aceptándolo. Después de difíciles equilibrios, las cláusulas jurídicas se definieron a finales de 2001 y se firmaron en Marrakech. El aspecto acaso más significativo del acuerdo fue el compromiso de las Partes firmantes de lograr, separada o conjuntamente, que sus emisiones totales de GEI se redujeran en un 5 por 100 respecto a las de 1990 durante el lustro 2008-2012. Por su lado —y acogiendo a lo dispuesto en el art. 4— la UE y sus estados miembros llevaron a cabo un reparto interno de sus compromisos, de forma que la suma de las cantidades repartidas entre ellos suponían una reducción global del 8 por 100 aun cuando, por ejemplo, Alemania debía reducir sus emisiones en un 21 por 100, Francia mantenerse en el nivel de 1990, España no superarlo en más de un 15 por 100 y a Portugal se le concedía nada menos que un 27 por 100 más. A ello se añadían determinados mecanismos flexibles, el más relevante de los cuales era el posible Comercio de Derechos de Emisión entre las Partes.

Y así hemos llegado a 2007, el año en el cual el IV IPCC ha comenzado a hacer públicas las conclusiones de sus últimos estudios, ciertamente alarmantes. Intentando resumir las esenciales podría afirmarse que:

- El calentamiento del sistema climático es indiscutible.
- Con una grado de probabilidad superior al 90 por 100 la mayor parte del calentamiento observado en las temperaturas medias desde mediados del S. XX es debido a la concentración de GEI derivados de la actividad humana.
- Las elevadas temperaturas y la subida en el nivel del mar continuarán durante siglos por mucho que el hombre haga para controlar la contaminación, dependiendo su magnitud del uso de combustibles fósiles utilizados por el hombre en los próximos cien años.
- La probabilidad de que el causante de esos procesos sea de origen climático es menor del 5 por 100.
- A lo largo del siglo XXI las temperaturas subirán entre 1,1 y 6,4 grados, el nivel del mar entre 18 y 59 cm, con una probabilidad superior al 90 por 100, hay que esperar

olas de calor y lluvias torrenciales y con el 66 por 100, incrementos en los períodos de sequía, ciclones tropicales y mareas muy altas.

- Tanto las emisiones pasadas como las futuras de dióxido de carbono originadas por la actividad humana seguirán alimentando el calentamiento de la tierra y la elevación del nivel del mar durante más de mil años.

- Las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido de nitrógeno han aumentado desde 1750 como resultado de la actividad humana y actualmente exceden los valores registrado al comienzo de la Era Industrial y superan con mucho los valores de los últimos 650.000 años.

## II. El esquema teórico

Como antes se ha indicado, la preocupación por los efectos del cambio climático y los esfuerzos para valorar el coste de las medidas para contenerlo no es algo reciente. Un amplio grupo de economistas se ha venido esforzando, al menos desde comienzos de la década de los años noventa, en aplicar esquemas teóricos contrastados en otros terrenos al dilema básico planteado por el cambio climático; a saber, el equilibrio entre el consumo presente y el futuro. Y es que la reducción de GEI reduce inevitablemente el producto que puede dedicarse al consumo y a la inversión actuales. Se trata de invertir ahora en mecanismos que reduzcan el consumo de combustibles de origen fósil para reducir en el futuro los impactos potencialmente catastróficos originados por el cambio climático. Y a ello se une la dificultad implícita en el cálculo de los desfases entre reducción de emisiones e impactos climáticos. En una palabra, lo que se espera del trabajo de los economistas y de los resultados de sus modelos es que indiquen en esas condiciones cuál puede ser el crecimiento económico a largo plazo. La pieza teórica básica es la aplicación del modelo de Ramsey a las inversiones destinadas a luchar contra el cambio climático. Frank P. Ramsey fue un precoz economista y matemático de la Universidad de Cambridge, muerto a la edad de veintisiete años. En 1928 publicó en el número correspondiente al mes de diciembre del *Economic Journal* un artículo titulado "A Mathematical Theory of Saving" en el cual se planteaba la pregunta siguiente: ¿qué proporción de su renta debía ahorrar un país? La formulación del problema y la solución ofrecida por Ramsey ha servido como modelo para la mayoría de los estudios posteriores relativos al crecimiento óptimo al tiempo que, debidamente actualizada, se convirtió con el paso de los años en un instrumento para analizar situaciones competitivas de equilibrio intertemporal en el caso de recursos agotables tales como el petróleo o el gas.

Los modelos que han seguido su estela en el campo de la economía del cambio climático consideran las inversiones efectuadas para reducir las emisiones de GEI como inversiones de acuerdo a los modelos clásicos habida cuenta de que la concentración de GEI es un capital negativo y su reducción contribuye a que esta sea menor —por ello algunos modelos incorporan un impuesto sobre el carbono que puede adoptar valores comprendidos entre cero, en el caso de que no se adoptasen medidas contra el calentamiento global, hasta una cifra comprendida entre los 20 y los 30 dólares por tonelada, que es el nivel del impuesto que parece acercarse más al importe de este si realmente se adoptase—. O sea, que si se sacrifica hoy el consumo para reducir las emisiones que impedirán la aparición de efectos catastróficos en el futuro estaremos incrementando el consumo en esos años venideros. Tales equilibrios entre consumo e inversión, presentes y futuros, se resumen en funciones de bienestar social que no son idénticas en todos los países y regiones del mundo; de ahí la necesidad de plantear modelos con supuestos diferentes geográficamente. Pero dichos modelos deben resolver, además, otra serie de delicadas cuestiones: a saber, las funciones de bienestar social incorporan un consumo por cabeza creciente de generación en generación, con la consiguiente reducción de la utilidad marginal del consumo pero, a su vez, el consumo difiere de unos países a otros y de unas regiones a otras debido a los respectivos niveles de riqueza y a la distribución interna de la misma. Además, aquí entra en liza la tasa de preferencia temporal que asignemos a las distintas generaciones, ya que se tiende a favorecer a las actuales respecto a las futuras aduciendo, como más adelante se verá al discutir el “Informe Stern”, diversas y discutibles razones.

Todas esas discusiones sobre preferencia temporal entre generaciones esconden —o quizá no tanto— una cuestión básica de equidad que cobra un nuevo matiz al tratarse de una cuestión, como la del cambio climático, que afecta a todo el planeta pero de forma desigual. Por lo tanto, cualquier estrategia que se diseñe para reducir las emisiones de GEI en función de un objetivo de maximización del bienestar debe tener presente también esa dimensión de la equidad. Una política planteada para igualar costes y beneficios derivados de la reducción de emisiones en todo el mundo mantendrá aproximadamente las diferencias actualmente existentes; por el contrario, si lo que se propusiese es maximizar el bienestar de todas las regiones partiendo de aquellas más perjudicadas por el cambio climático, en un esfuerzo de generosidad global, esa aversión a la falta de equidad conduciría a una reducción óptima de emisiones de GEI más elevada que en el primer planteamiento.

Por lo tanto, los modelos empleados para calcular las consecuencias de diferentes estrategias para hacer frente al

cambio climático han de decidir qué valores darán a cuestiones tan cargadas de aspectos éticos, como la relativa a si las generaciones futuras tienen derecho a recibir un clima que no haga la vida humana mucho más penosa que en la actualidad, a lo que se une la preocupación de intentar reducir, no aumentar, las presentes desigualdades de riqueza en el seno de las generaciones actuales y futuras. Hagamos una esquemática reflexión sobre ambas.

A la hora de ajustar el bienestar de las generaciones presentes y de las futuras es obligado utilizar en economía las conocidas como “tasas sociales de descuento”. Si empleamos una tasa de descuento elevado —en torno a uno o superior, por ejemplo— el resultado es que estaremos eludiendo los costes implícitos en la reducción actual de las emisiones de GEI y aplazando los beneficios derivados de una mejora del clima hacia un horizonte temporal más lejano. Tal decisión puede justificarse de varias formas: puede aducirse, como hacen algunos economistas, que las generaciones futuras serán mucho más ricas que las actuales y para ellas el sacrificio de una parte de su consumo en inversiones para luchar contra el cambio climático será menor que las realizadas hoy en día; también se puede afirmar que la estrategia más adecuada para luchar contra esa plaga consiste en ir incrementando paulatinamente las inversiones precisas, de tal forma que se permita incorporar gradualmente las mejoras tecnológicas que, indudablemente, irán apareciendo. Podría resumirse estas y otras posiciones semejantes afirmando que no existen razones terminantes que justifiquen imponer sacrificios desmesurados a las generaciones actuales para conseguir unos logros más o menos ciertos en el futuro, o, quizá, que no conceden mayor importancia al cambio climático. También y como hipótesis extrema, una tasa muy superior a uno significaría aceptar la posibilidad de que el mundo acaso no exista en el futuro o que ninguna generación humana perviva entonces.

En cuanto a la segunda cuestión, la de la desigualdad intergeneracional, se trata de no introducir en los cálculos un factor de descuento que pondere, en exceso, los incrementos de consumo de un grupo de personas respecto al atribuido a otros grupos y, en consecuencia, que no se incremente la desigualdad interpersonal entre miembros de una misma generación. Se trata de una cuestión de extrema importancia dado que todos los estudios realizados hasta ahora y muy concretamente los del Panel IPCC apuntan sin ambigüedad alguna a que los efectos del cambio climático serán más devastadores en las regiones menos desarrolladas del mundo.

Operativamente, los modelos utilizados en la evaluación de los costes económicos del cambio climático son del tipo conocido como modelos integrados de evaluación (Integrated Assessment Models o IAM en inglés), suscep-

tibles de incorporar un análisis de numerosos resultados posibles. Se trata de modelos que incorporan cambios de temperatura en función de concentraciones de GEI y, a su vez, añaden la posibilidad de daños causados por catástrofes de origen climático. Por lo tanto, la incertidumbre que rige esos procesos obliga a elegir valores aleatorios para los parámetros básicos y a resolver el modelo muchas veces —esto es lo que se conoce como “análisis Monte Carlo”— para generar una función probabilística de resultados que especifiquen los daños económicos futuros asociados con diversas trayectorias de emisiones de esos gases. Por último, las discusiones antes indicadas, relativas a la tasa social de descuento, la de desigualdad intergeneracional o el factor exponencial que recoge los posibles daños ligados a factores catastróficos, se formalizan en análisis de sensibilidad que permite otorgarles diferentes valores y comparar de esa forma escenarios diversos de costes en la lucha contra el cambio climático.

### III. El Informe Stern

Desde su aparición, en el otoño de 2006, y su llegada al público en general, en febrero de 2007, el informe elaborado por un grupo de expertos coordinado por el consejero del gobierno británico para aspectos económicos del cambio climático y director de la Oficina Económica, Sir Nicholas Stern, se ha convertido en el punto de referencia de todas las discusiones relativas al cambio climático y sus efectos económicos a medio y largo plazo.

Basándose fundamentalmente en las conclusiones del III IPCC —bastante más optimistas que las alcanzadas en el IV, aparecidas hace pocos meses y a falta del resumen definitivo que se discutirá a finales del próximo otoño—, el Informe Stern afirma que el año pasado el calentamiento originado por los GEI, debido casi con total seguridad a la actividad humana, equivalía a 430 ppm CO<sub>2</sub>e y crecía aproximadamente en 2,3 ppm al año\*. Como consecuencia de ello, las temperaturas medias se han incrementado durante los últimos treinta años a razón de 0,2 °C por década, lo que significa que en la actualidad soportamos una temperatura media que es la más cálida, o casi, entre las experimentadas por nuestro planeta durante el actual período interglacial, iniciado hace doce mil años. Habida cuenta de que la conexión entre concentración de GEI y temperaturas es conocida desde el siglo XIX, la sensibilidad de las temperaturas medias en la superficie terrestre a los niveles de GEI permite calcular el calentamiento esperado de acuerdo a la evolución de los niveles de dióxido de carbono.

\* 430 ppm CO<sub>2</sub>e es la notación utilizada para indicar 430 partes por millón de GEI equivalentes a CO<sub>2</sub>.

Por ello, las proyecciones recogidas en el Informe Stern indican que caso de continuar las emisiones a los ritmos actuales, los niveles de GEI se acercarían en el año 2050 a las 550 ppm CO<sub>2</sub>e y el calentamiento global del planeta oscilarían, con una probabilidad muy alta, entre los 2,4 y los 5,4 °C. Si se desea, por el contrario, que la temperatura media no supere los 2,5 °C, los niveles de dióxido de carbono equivalente debería estar entre las 450 y los 550 ppm, lo cual implica adoptar sin demora medidas energéticas para empezar a reducir el ritmo de crecimiento de las emisiones. Esas predicciones climatológicas tienen una clara traducción económica: en el caso de que no se adoptasen medidas, los impactos económicos en los sectores de mercado incluidos en el modelo de Stern y sus colaboradores, más los posibles efectos catastróficos originados por el calentamiento equivaldrían cada año al 5 por 100 del PIB mundial; por el contrario, si los gobiernos adoptasen rápidamente medidas que estabilizasen las emisiones de GEI en el rango 450-550 ppm CO<sub>2</sub>e, los efectos sobre el PIB mundial oscilarían entre el beneficio de uno y una reducción de 3,5 por 100 de este, situándose la media en un -1 por 100 del producto de nuestro planeta.

El Informe Stern ha tenido la virtud de atraer la atención de los políticos y medios de comunicación, de modo que ahora casi nadie discute que los efectos económicos del cambio climático son de tal magnitud que se impone adoptar inmediatamente medidas drásticas. Ahora bien, ello no ha ahorrado críticas muy serias al informe. Sería excesivo recogerlas casi en su totalidad en este breve trabajo, pero creo que tres de ellas si merecen un breve comentario, comenzando por el “escenario” elegido para sus cálculos. En efecto, Stern elige uno de los seis “escenarios contemplados en el III Informe IPCC (2001)” pero no justifica las razones de su elección y, en especial, por qué no tuvo en cuenta estimaciones más actuales. La segunda crítica se refiere a la ausencia de toda especificación de la trayectoria de reducción de emisiones que llevaría a un control óptimo del calentamiento global al afirmar sin más que el objetivo factible debería ser la estabilización de las emisiones en 550 ppm CO<sub>2</sub>e. La tercera es eminentemente técnica y se refiere, como ya se advirtió en el apartado dedicado a los aspectos teóricos, a los valores elegidos para definir la desigualdad y los riesgos aceptables entre miembros de una misma generación —la variable *eta* en el modelo— y a la tasa social de descuento para ajustar el bienestar entre las generaciones actuales y las futuras —la variable *delta*—. El valor de uno atribuido a *eta* significa que nos despreocupamos de corregir las desigualdades actuales mientras que el de 0,1 asignado por Stern a *delta* equivale a mostrar una extrema preocupación por el bienestar de las generaciones venideras —que normalmente serán mucho más ricas que las presentes— e incluso se justificaría, según algunos críticos, por el convencimiento de que la

no adopción de medidas urgentes y drásticas pueden conducir a la extinción de la especie humana en un siglo. Por añadidura, esos mismos críticos apuntan una incompatibilidad entre ambos valores y señalan errores al calcular el precio de la tonelada de carbono que, según el Informe, debería establecerse como un impuesto para reducir las emisiones lanzadas a la atmósfera. Su recomendación es elevar los valores de ambas variables para, por un lado, reforzar la sensibilidad a la desigualdad de riqueza y de riesgos en el seno de las generaciones actuales y, por otro, no imponer excesivas cargas a quienes hoy habitamos el planeta en beneficio de las generaciones venideras que, con mucha probabilidad, serán más ricas que nosotros. En otras palabras, se echa de menos en el informe un análisis de sensibilidad mucho más cuidadoso.

#### IV. Los efectos económicos del cambio climático

Calcular el coste económico de los efectos del cambio climático y de la lucha contra el mismo no es tarea sencilla. En primer lugar el horizonte de cálculo es lejano y los posibles desfases introducen una complicación adicional. Por añadidura, y como se ha indicado antes, es preciso introducir hipótesis aventuradas sobre la ponderación que se adjudica tanto al bienestar de las generaciones futuras como al valor de la igualdad en las presentes. Además, no todos los modelos tienen en cuenta la posibilidad de riesgos catastróficos inducidos por el calentamiento ni se parte de rangos similares en las variaciones de temperatura tenidas en cuenta como variable exógena y, según se van publicando los trabajos más recientes, se acentúa el tono de pesimismo general respecto al calentamiento global. Con todo, resulta interesante intentar resumir en un cuadro como el que a continuación se presenta las conclusiones de algunos estudios.

Se observará que el más antiguo es el más optimista ya que prevé efectos inapreciables, incluso positivos, compatibles con incrementos de temperatura de hasta 4 °C. Probablemente, los autores no suscribirían con los conocimientos actuales esas conclusiones. Los dos economistas americanos —Nordhaus y Boyer— estimaron, en su estudio del año 2000, efectos que eran positivos en algunas regiones frías e industrializadas, pero claramente negativos —de -4 por 100 del PIB— en una de las más pobres e indefensas ante estos cambios como es África. En el último estudio publicado por el primero de ellos, y con una temperatura que habría aumentado en 3 °C, los costes económicos oscilarían entre casi tres cuartos de punto y tres puntos del PIB. En su trabajo del año 2002, Tol adopta incrementos de temperatura parecidos al trabajo que se aca-

ba de citar del profesor de Yale y delimita los costes en un rango que va desde medio punto a dos puntos del PIB. Stern es más categórico en su famoso y discutido informe: si no se adoptan medidas, el incremento de las temperaturas puede oscilar entre 2,4 y 5,4 °C, provocar riesgos catastróficos —que a veces no se incorporan en los modelos— cifrados nada menos que en un 5 por 100 anual del PIB. Si, por el contrario, se adoptasen medidas y las temperaturas medias no sobrepasasen los 3 °C, el coste medio anual sería el 1 por 100 del PIB mundial. Cierra el cuadro los cálculos realizados por el Grupo III de Trabajo del IV IPCC. Confiando en la adopción de una extensa serie de medidas para reducir las emisiones, la subida de las temperaturas podría limitarse a los 2,4 °C. En tal caso, nuestro planeta debería dedicar algo menos del 3 por 100 de su PIB de aquí al año 2030 y un 2,5 por 100 adicional desde esa fecha hasta 2050.

Las cifras indicadas —aun las menores— no son una frustración precisamente pero creo que el Informe Stern resume muy bien lo que nos jugamos en la apuesta: “Debemos reconocer los riesgos en juego. Si la ciencia está equivocada e invertimos el 1 por 100 del PIB en reducir emisiones durante unas pocas décadas, el resultado sería que contaríamos con más tecnologías con un valor efectivo para la seguridad de la energía, otros tipos de riesgo y de la contaminación. Sin embargo, si no invertimos ese 1 por 100 y la ciencia tiene razón, entonces es probable que resulte imposible revertir los graves daños que se producirían.” (p. 653).

#### V. Conclusiones

Si podían existir dudas respecto al cambio climático originado por la actividad humana y sus gravísimas consecuencias sobre la vida futura en nuestro planeta, las conclusiones de los expertos reunidos por las Naciones Unidas y resumidas en sus informes de los Paneles III y IV sobre el cambio climático son rotundas. Por su extensión —afecta, más o menos, a todas las regiones del planeta —y su persistencia— los resultados de la concentración de los GEI permanecerán como una amenaza acaso durante siglos— todo nos indica que sus efectos económicos serán muy graves. Pero, además, se distribuirán de forma desigual, afectando más acusadamente a las regiones y países más pobres, precisamente los menos dotados para poner en práctica las medidas que podrían paliarlos. Por añadidura, el carácter progresivo de esos efectos originará muy probablemente consecuencias naturales catastróficas —sequías, lluvias torrenciales, tifones, maremotos, inundaciones de gran magnitud en las zonas costeras, incendios y deforestación— que provocarán epidemias, mortalidad elevada en determinadas regiones y migraciones masivas.

Cuadro 1

Modelo	Temp. global media	Porcentaje del PIB mundial	Observaciones
Mendelsohn (1998)	a) Sin cambios apreciables b) Incrementos inferiores a 4 °C	a) Inapreciable b) Ligeramente positivos	Impacto en 5 sectores de mercado
Nordhaus, Boyer (2000)	a) Incrementos entre 2° y 3 °C b) Incrementos entre 4° y 6 °C	a) Ligeramente positivo en regiones frías indust.; negativos en -4 por 100 en África b) -9/-11 por 100 si los impactos regionales se agregan en función de la producción (menores) o de la población (mayores)	Sectores mercado, mortalidad y catástrofes
Nordhaus (2005)	a) 3 °C y régimen lluvias inalterado b) 3 °C y cambios en régimen de lluvias	a) Entre -0,72 y -1,73 por 100 b) Entre -1,05 y -2,95 por 100	Cálculos para 25.572 territorios en función de su PIB
Tol (2002)	a) 0,5 °C b) Más de 1 °C y ponderación por renta c) Entre 2/ 2,5 °C y ponderación por producto	a) 2,5 por 100 ponderando por el producto regional; -0,5 por 100 ponderando por la renta b) Ligeramente negativo c) Entre -0,5 y -2 por 100	Sectores de mercado, mortalidad y catástrofes en regiones Ponderaciones por renta o por producto
Stern (2007)	a) 2,4/5,4 °C b) 2/3 °C	a) 5 por 100 b) Entre -1 y -3,5 °C y una media de 1 por 100	a) Impactos de mercado más riesgos catastróficos; sin medidas adicionales b) Con medidas que estabilicen las emisiones de GEI en 550 ppm CO2e en el año 2050*
IV IPCC (2007)	a) 2,4 °C b) 2,4 °C	a) En 2030, menos del 3 por 100 con media anual menor de 0,12 por 100 b) En 2050, menos de 5,5 por 100 con media anual menor de 0,12 por 100	Condicionado a la adopción de las medidas recomendadas por el Grupo de Trabajo III

*Fuentes:* Mendelsohn, R. O.; Morrison, W. N.; Schlesinger, M. E. y Andronova, N. G.: "Country-specific market impacts of climate change", *Climatic Change*, 45, 1998.  
 Nordhaus, W. D. y Boyer, J. G.: *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, Cambridge, MA, MIT Press, 2000.  
 Nordhaus, W. D.: "Geography and macroeconomics. New data and new findings", [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0509842103](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0509842103).  
 Tol, R. S. J.: "Estimates of the damage costs of climate change-part II. Dynamic estimates", *Environmental and Resource Economics*, 21, 2002.  
 Stern, Nicholas: *The Economics of Climate Change, The Stern Review*, Cambridge University Press, 2007.  
 IPCC, Working Group III, *Summary for Policymakers*, Bangkok, May 2007.

*Nota:* Todos los cálculos, excepto los de Nordhaus (2005), se refieren a totales mundiales y están desagregados por grandes regiones.

Parece claro que todo ello impone la necesidad de tomar medidas a gran escala que deberían adoptarse por todos los países, pues esta cuestión del cambio climático hace especialmente odioso, en este caso, el comportamiento conocido como "del gorrón". Es esta una cuestión difícil como ha puesto de relieve el Protocolo de Kioto, compromiso que EE.UU., el mayor emisor mundial de GEI, se negó a ratificar aduciendo los perjuicios que para su economía supondría que países como China, Brasil o India

no lo asumiesen. Semejante actitud ha suministrado el pretexto ideal para que los gobiernos de estos países manejen la diferencia en desarrollo económico que les separa del gigante americano para justificar su negativa a adoptar siquiera medidas mínimas en este terreno. El protocolo sí fue suscrito por los países miembros de la Unión Europea que, al amparo del artículo 6, han establecido un sistema de comercio de derechos de emisión cuyos resultados hasta ahora son más que dudosos —España, por cierto, está

entre los países que más han rebasado sus compromisos de contención de emisiones—. En todo caso, el análisis económico ha aportado una contribución relevante al estudio de los efectos del cambio climático y de los riesgos de él derivados, actualizando y adaptando instrumentos contrastados desde hace muchas décadas a las peculiaridades de un problema que incluye, por la escala universal de aquellos y la duración de los efectos de la concentración de los GEI, dilemas éticos de controvertida cuantificación. Se requiere para ello modelos con técnicas complejas que permitan seleccionar valores aleatorios para los parámetros claves, calculando así el modelo y obteniendo una función probabilística de resultados relativa a los costes ligados a diversas hipótesis de evolución de emisiones. Qué valor dan esos modelos al bienestar de las futuras generaciones, cuál es la escala de equidad entre miembros de unas mismas generaciones viviendo en regiones muy diferentes entre sí son, quizá, las más controvertidas de esas especificaciones y la técnica del análisis de sensibilidad se convierte en un instrumento esencial para aconsejar opciones a quienes estén encargados de adoptar decisiones políticas. Son interrogantes de difícil respuesta en el marco teórico de la economía del bienestar y más concretamente de la cuantificación de las consecuencias de una determinada política de lucha contra el cambio climático en el consumo de bienes y servicios de una comunidad y de individuos que pueden tener una función de utilidad muy diferente los unos de los otros.

Ello explica, en principio, no sólo las acaloradas discusiones académicas a propósito de la formulación de los modelos sino también las controversias respecto a la validez de sus resultados. Como se ha intentado resumir en un cuadro incorporado en el apartado IV de este trabajo, a pesar de las diferencias parece deducirse un resultado claro: a partir de la elevación de las temperaturas por encima de los 2,5 °C —que es lo que cabe esperar si la concentración de gases de efecto invernadero superase en las próximas décadas el nivel de 550 ppm CO<sub>2</sub>e—, los costes económicos para reducir los riesgos del cambio climático superarían el 1 por 100 anual del PIB mundial, desigualmente repartido entre las diferentes regiones del planeta. Es más, de no adoptar rápidamente medidas, esos costes podrían cuando menos triplicarse.

El lector habrá advertido que se ha omitido cualquier referencia tanto a las medidas posibles para reducir las emisiones como a los instrumentos estrictamente económicos susceptibles de utilización. El informe del III Grupo de Trabajo del IV Panel de las Naciones para el Cambio Climático (IPCC) contiene un estudio resumido de ellas, con especial atención a los sectores responsables de la mayor parte de las emisiones —generación de energía, industria, transporte, agricultura, deforestación y construcción—.

En cuanto a los instrumentos económicos, parece, en opinión de los especialistas, que sin negar las posibilidades del sistema de comercio de derechos de emisión, la imposición de un impuesto sobre tonelada de carbono emitido sería un método más efectivo. Al fin y al cabo, ello equivaldría a que quien más contamina más paga, desincentivando en consecuencia las actividades más contaminantes. Queda, por último, un margen de esperanza no desdeñable: el que abre la posibilidad de nuevas aplicaciones tecnológicas que hagan más rentables las energías no fósiles o, por soñar, la puesta en práctica de proyectos de “geo-ingeniería” que permitiesen enfriar el planeta.

## Bibliografía

### Apartado I:

- Cambridge University Press ha publicado entre 1995 y 2001 ocho volúmenes que recogen las conclusiones de los tres Paneles Intergubernamentales para el Cambio Climático —conocidos por sus siglas inglesas, IPCC— celebrados hasta el año últimamente citado. Las tres primeras sesiones del IV Panel han tenido lugar entre febrero y mayo del presente año y la cuarta tendrá lugar en Valencia este otoño.
- GRUBB, M.; VROLIJK, C. y BRACK, D.: *The Kyoto Protocol. A Guide and Assessment*, Earthscan, Londres, 1999.
- RUBIO DE URQUÍA, Francisco Javier: *El cambio climático más allá de Kioto. Elementos para el debate*, Ministerio de Medio Ambiente, 2006.
- En el terreno periodístico, el número de la revista *Newsweek* correspondiente al 16 de abril de 2007, en su informe especial “Living with Global Warming”, ofrece un resumen muy accesible.

### Apartado II:

- NORHAUS, William D. y BOYER, Joseph: *Warming the World. Economic Models of Global Warming*, MIT Press, Cambridge, Mass, 2000.
- TOL, Richard S. J.: “Equitable Cost-Benefit Analysis of Climate Change”, *FEEM Working Paper*, núm. 41.99, May 1999, <http://SSm.com/abstract=200574>.
- STERN, Nicholas: *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge University Press, 2007.

### Apartado III:

- YOHE, Gary; TOL, Richard S. J. y MURPHY, Dean: “On Setting Near-Term Climate Policy while the Dust Begins to Settle. The Legacy of the Stern Review”, *Energy and Environment*, 18 (5), 2007.
- ORTEGA, Raimundo: “El Octavo Jinete”, *Revista de Libros*, núm. 125, Mayo 2007. Incluye bibliografía interesante sobre el Informe Stern.

### Apartado V:

- En febrero de 2007, el Gobierno español envió al Consejo Nacional del Clima, la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático y a consulta pública el documento titulado *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Horizonte 2012*, que puede consultarse en la página web del Ministerio de Medio Ambiente.