

Enrique San Martín González*
Javier García-Verdugo Sales*

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: DE KIOTO A BALI

En el presente trabajo se profundiza en el estudio del binomio inseparable que forman energía y medioambiente, subrayando la relevancia que tienen en el ámbito energético las medidas dirigidas a luchar contra el cambio climático. Utilizando la teoría de los bienes públicos globales, se identifica la falta de rigor en el análisis de los aspectos económicos del cambio climático como una de las principales deficiencias existentes en la justificación de la lucha contra él. Finalmente, el trabajo concluye con una referencia a la situación de España en el marco de los compromisos asumidos en el Protocolo de Kioto.

Palabras clave: cambio climático, gases de efecto invernadero, IPCC, informe Stern, valoración económica, Protocolo de Kioto.

Clasificación JEL: O13, Q54.

1. Energía y cambio climático

La emisión y la concentración de gases de efecto invernadero (GEI¹) en la atmósfera está aumentando. Desde 1970, las emisiones de GEI han aumentado cerca de un 70 por 100. En la actualidad, dos terceras partes de las emisiones proceden de actividades relacionadas con la producción o el uso de energía (Cuadro 1), y esta proporción sigue una tendencia creciente debido al

crecimiento económico intensivo en energía de los países emergentes. De hecho, tal y como se puede ver en el Cuadro 1, los sectores en los que más han aumentado las emisiones de GEI han sido aquellos en los que las emisiones están relacionadas con el consumo de energía, especialmente en los sectores de generación de energía eléctrica y del transporte, que desde 1970 han más que duplicado sus emisiones totales, incrementando su cuota conjunta en las emisiones totales unos diez puntos. En términos anuales las emisiones relacionadas con la energía están creciendo anualmente el doble de rápido que las no relacionadas (1,9 por 100 frente a 0,9 por 100).

Dada la importancia de las emisiones procedentes de los usos energéticos, es obvio que cualquier iniciativa encaminada a su reducción ha de basarse, principal y

* Profesor de Economía Aplicada. Departamento de Economía Aplicada e Historia Económica. Facultad Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

¹ Dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) principalmente, aunque también se consideran gases de efecto invernadero el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre (SF₆).

CUADRO 1
EMISIONES DE GEI POR ORIGEN
(En %)

Sectores económicos	1970	2004	Crecimiento 1970-2004	
			Anual	Total
Emisiones relacionadas con la energía	58,0	66,3	1,9	92
Electricidad	17,7	25,9	2,7	145
Industria	19,7	19,4	1,5	65
Transporte	10,0	13,1	2,3	120
Edificios	10,5	7,9	0,7	26
Emisiones no relacionadas con la energía . .	42,0	33,7	0,9	35
Uso de la tierra (deforestación)	20,8	17,4	1,0	40
Agricultura	17,8	13,5	0,7	27
Residuos	3,4	2,8	1,0	40
Total	100,0	100,0	1,5	67,8

FUENTE: IPCC (2007a), páginas 103-104 y elaboración propia.

necesariamente, en la reducción de las emisiones de GEI relacionadas con estos usos. Por otra parte, desde el punto de vista específico de la Unión Europea, uno de los tres pilares de la política energética comunitaria² es el medioambiental, por lo que las actuaciones en materia energética han de tener muy en cuenta sus implicaciones medioambientales, con el cambio climático a la cabeza de todas ellas.

En definitiva, cualquier estudio riguroso de las cuestiones energéticas —y entre ellas las relacionadas con la seguridad— tiene que partir de un conocimiento profundo de las iniciativas de reducción de emisiones que han sido impulsadas a nivel internacional, de modo que se puedan valorar las interacciones entre los objetivos de unas y otras; y lo mismo puede decirse de las políticas medioambientales. Hasta el momento, la principal iniciativa en la lucha contra el cambio climático ha sido

la aprobación del Protocolo de Kioto, siendo los usos energéticos los principales afectados por su empeño por reducir las emisiones de GEI.

Como es sabido, el 18 de noviembre de 2004 la Federación Rusa ratificó el Protocolo de Kioto, lanzado en diciembre de 1997. Noventa días después, el 16 de febrero de 2005, dicho protocolo entró en vigor. Más de diez años después de su lanzamiento, y en el año en que comienza el período de cumplimiento de los acuerdos adoptados en el mismo (2008-2012), muchos de los interrogantes, de las cuestiones controvertidas y de los temas en disputa entre defensores y detractores del mismo, siguen sin resolverse totalmente: el calentamiento global del planeta, ¿se debe principalmente a la acción antropogénica o es un proceso natural? ¿Cuáles son los costes futuros de ese calentamiento? ¿Podemos tratar de prevenirlo? ¿Es el Protocolo de Kioto la forma más adecuada de hacerlo?

En este trabajo se realiza un análisis económico de estas cuestiones desde la perspectiva de los bienes públicos globales, poniendo de relieve los puntos críticos que nos permitirán realizar un juicio de valor sobre la

² Una explicación detallada de la política energética de la UE se puede leer en el trabajo de José María Marín Quemada en este mismo número de la revista.

idoneidad de tomar medidas para combatir el calentamiento global y sobre su eficacia.

2. Nociones fundamentales para el análisis de las políticas medioambientales

A pesar de las importantes ventajas económicas de usar el mercado como sistema de asignación de recursos frente a otras opciones, no siempre puede garantizar la consecución del máximo bienestar posible debido a la existencia de los denominados «fallos del mercado»: la necesidad de su corrección es el principal argumento para justificar la intervención del Estado en la economía. Los principales «fallos del mercado» son los motivados por la competencia imperfecta, las externalidades y los bienes públicos (Marín, 2005).

Tradicionalmente, el medio ambiente ha sido un ejemplo constante a la hora de ilustrar los «fallos del mercado» relativos a las externalidades y a los bienes públicos. En el presente artículo vamos a analizar las medidas para reducir las emisiones de GEI desde la perspectiva de los bienes públicos.

Se definen como bienes públicos aquellos bienes cuyo consumo es no excluyente y no rival. No excluyente en cuanto que, una vez que se ha producido el bien, es imposible impedir el disfrute del mismo al resto de la población, independientemente de que hayan participado o no en su provisión; y no rival dado que el consumo que una persona haga del bien no reduce las posibilidades de que los demás lo disfruten³. Los bienes ambientales o naturales se ajustan estrictamente a la primera característica —consumo no excluyente—, pero en algunos casos pueden cumplir sólo parcialmente la segunda —su consumo puede ser en parte rival.

Por su condición de bienes públicos, la provisión de los bienes medioambientales o naturales tiende a ser in-

suficiente en comparación con la demanda social. Como el beneficio es no excluyente, una vez producido un determinado bien público medioambiental toda la población puede acceder a él de forma más o menos gratuita, por lo que los individuos carecen de incentivos para contribuir a sufragar los costes de provisión. Este comportamiento —conocido en la teoría económica como *free-riding*— hace que las empresas privadas no se planteen producir este tipo de bienes, por lo que la provisión será claramente insuficiente si el sector público no se encarga de ella.

Por otro lado, cuando un bien público medioambiental es de consumo parcialmente rival, como los beneficios son para el individuo mientras que los costes son compartidos por toda la sociedad —su provisión es pública—, existe un fuerte incentivo a que cada individuo realice un uso excesivo del bien, que puede llegar a deteriorarlo o a poner en peligro su continuidad⁴, por lo que se genera un «mal público» cuya solución tiene todas las características de un bien público⁵.

Hasta la década de los ochenta, este tipo de problemas de provisión de bienes públicos medioambientales se habían tratado de resolver en el ámbito nacional. En ese momento llegaron a la opinión pública diversos problemas medioambientales cuyos efectos traspasaban las fronteras nacionales: la lluvia ácida en Europa, la deforestación de la Amazonía y, finalmente, el descubrimiento del agujero de la capa de ozono.

A partir de entonces se toma conciencia de que muchos de los problemas medioambientales existentes tienen una dimensión planetaria y, por tanto, sólo pueden resolverse desde esta perspectiva, considerando el medio ambiente en su conjunto como un bien público global, es decir, un bien público con las características que hemos definido antes —consumo no excluyente y no ri-

³ Ésta sería la definición de los bienes públicos puros. Si no se cumplen estrictamente las dos características encontraremos bienes públicos impuros. En los bienes privados no se da ninguna de las dos.

⁴ En la teoría económica este fenómeno se conoce como «la tragedia de los bienes comunales».

⁵ Al igual que el sector público debe proveer o fomentar la provisión de bienes públicos, deberá desincentivar la generación de males públicos.

val—, que produce unos beneficios «prácticamente universales en términos de países (más de un grupo de países), población (deben llegar a varios, preferiblemente todos, los grupos de población) y generaciones» (Marín y García-Verdugo, 2003).

Desde esta perspectiva, el precedente inmediato del Protocolo de Kioto fue el Protocolo de Montreal, aprobado en 1987 para limitar las emisiones de gases con clorofluorocarbonos. Estos gases eran los principales causantes del agujero en la capa de ozono sobre la Antártida, descubierto en 1985. En sucesivos tratados se acordó su reducción escalonada hasta alcanzar finalmente su prohibición total.

Mientras que la protección de la capa de ozono sería un bien público global final, la ratificación del Protocolo de Montreal para limitar los clorofluorocarbonos sería un bien público global intermedio, es decir, un instrumento para lograr el objetivo final de proteger la capa de ozono. En ambos casos, estaríamos hablando de bienes públicos globales puros, puesto que cumplen a la perfección las características de consumo no excluyente y no rival, y de ámbito universal. La lucha contra el cambio climático, y el Protocolo de Kioto, podemos considerarlos exactamente de la misma manera.

3. Los datos del cambio climático

El Protocolo de Kioto pretende reducir las emisiones de los GEI que provocan el calentamiento global o, más en general, el cambio climático, entendido como el conjunto de efectos sobre la temperatura y el medio ambiente natural. No obstante, esta frase, aparentemente objetiva y neutral, es objeto de una gran controversia, por lo que habrá que realizar algunas matizaciones.

Se conoce por efecto invernadero el fenómeno por el cual algunos gases de los que componen la atmósfera terrestre (dióxido de carbono y metano principalmente) retienen parte del calor recibido del sol que es «reflejado» por la tierra. Este fenómeno natural, que sucede también en otros planetas del sistema solar que poseen atmósfera (Marte y Venus, por ejemplo), permite que la

temperatura en la superficie de la tierra sea unos 30 °C superior a la que habría sin atmósfera; posiblemente, esta diferencia ha permitido la existencia de vida en este planeta.

Para poder agregar los distintos GEI en una sola medida, su concentración suele medirse en partes por millón (ppm) de CO₂ equivalente o CO₂e. El nivel de GEI en la atmósfera era de 379 ppm CO₂e en 2005, mientras que se estima que antes de la Revolución Industrial la concentración era de 280 ppm (IPCC, 2007b).

Desde el comienzo de la Revolución Industrial, en la segunda mitad del Siglo XVIII, la actividad humana ha lanzado a la atmósfera millones de toneladas de GEI, especialmente tras la Segunda Guerra Mundial, debido al uso de combustibles fósiles —carbón y petróleo, sobre todo— como fuente de energía. Dado que estas emisiones están aumentando la concentración «natural» de GEI en la atmósfera —de CO₂ sobre todo—, parece que la acción del hombre está potenciando el efecto invernadero.

Hasta aquí llega la unanimidad científica y empiezan las discrepancias. La postura «oficial», que justifica la adopción del Protocolo de Kioto, defiende que existe una relación causal entre el efecto invernadero de origen antrópico, causado por las crecientes emisiones de GEI, y el incremento de la temperatura media terrestre que se ha venido experimentando a lo largo del último siglo.

Podemos considerar al IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*⁶) como el principal defensor de la postura «oficial». En su último informe, el Cuarto Informe de Evaluación, publicado en 2007⁷ afirma que «el calen-

⁶ Organismo científico de Naciones Unidas creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para estudiar el cambio climático. Es el principal organismo asesor de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC en su sigla inglesa) y sus informes se han utilizado para fundamentar la necesidad del Protocolo de Kioto. Este panel no realiza nuevas investigaciones sino que basa sus informes en los análisis realizados por la comunidad científica de forma independiente.

⁷ El IPCC realiza informes de evaluación del cambio climático periódicamente; el primero se realizó en 1990. El *Segundo Informe de Evaluación del IPCC (Second Assessment Report of the IPCC)*, se

tamiento del sistema climático es inequívoco, como resulta evidente de las observaciones...» y que «la mayor parte del aumento observado en la temperatura media global desde mediados del Siglo XX es muy probable que sea debido al aumento observado en la concentración de GEI emitidos por el hombre» (IPCC, 2007c), correspondiendo la expresión «muy probable» (*very likely*) a un 90 por 100 de probabilidad según el IPCC (2007d).

En una línea de argumentación similar, el *Informe Stern* —que mencionaremos más adelante en relación con la valoración económica del cambio climático y de los costes de las medidas correctoras— parte de una revisión de literatura relevante⁸ y concluye que la evidencia científica sobre las causas y evolución futura del cambio climático va reforzándose continuamente, y que los expertos son ya capaces de mostrar una relación probabilística entre la evolución de la temperatura y diferentes niveles de estabilización de la concentración de GEI en la atmósfera (Stern, 2006).

Por último, también en este sentido se ha pronunciado Al Gore, aunque adoptando un discurso sensacionalista en su documental *Una verdad incómoda*. Como es conocido, recibió el premio Nobel de la Paz⁹ *ex aequo* con el IPCC, por su labor de concienciación sobre el cambio climático en 2007.

Sin embargo, a lo largo de la vida del planeta se han sucedido, de forma natural, períodos de tiempo de millones de años con temperaturas frías o muy frías (las cuatro grandes glaciaciones que se estudian en la historia geológica de la tierra) entre los cuales se han situado también largos períodos de tiempo con temperaturas re-

lativamente cálidas (las eras interglaciares). Además, dentro de cada era glacial o interglacial se han producido también importantes oscilaciones de las temperaturas en períodos de tiempo más breves, y de hecho se considera que la última glaciación acabó hace aproximadamente 10.000 años y que en la actualidad estaríamos en un período interglacial. Por tanto, las temperaturas y el clima terrestre no han sido constantes a lo largo de la historia, sino que han ido oscilando debido a causas naturales mucho antes de que la humanidad existiera, por lo que, para algunos científicos, no se puede descartar que el incremento de temperaturas que se ha producido en el último siglo haya sido debido a causas naturales.

Centrándonos en la evolución de la temperatura en el último siglo, de acuerdo con los datos del IPCC más recientes, en el período 1906-2005 la temperatura superficial media global del planeta ascendió 0,74 °C, habiéndose doblado la tasa de calentamiento en la segunda mitad de ese período respecto a la primera (0,13 °C por década vs. 0,07 °C). Además, 11 de los 12 últimos años estudiados en el Cuarto Informe de Evaluación (de 1995 a 2006, con la excepción de 1996) figuran entre los más calurosos desde 1850 (IPCC, 2007b).

No obstante, de 1920 a 1944 la temperatura media subió alrededor de 0,30 °C, y de 1945 a 1976 las temperaturas se mantuvieron relativamente constantes e incluso sufrieron un leve descenso (Jones y Moberg, 2003). En ambos períodos los modelos usados para realizar las previsiones climáticas, en los que se basan todos los estudios del IPCC, llamados Modelos Generales de Circulación Atmosférica-Oceánica (AOGCM o sólo GCM en sus siglas inglesas), no han podido explicar satisfactoriamente la evolución de las temperaturas, siendo especialmente relevante este hecho en el primero de los dos períodos (1920-1944), ya que en él también se registró un importante aumento de temperatura y la concentración de GEI era relativamente baja. La conclusión lógica es admitir que el calentamiento global puede producirse de forma natural independientemente de los GEI, o que, por el momento, todavía no se conocen suficientemente los mecanismos que lo producen.

realizó en 1995 y, en principio, es el que ofrece la información en la que se basó el Protocolo de Kioto. El tercer informe (*Third Assessment Report*) se realizó en 2001 y el cuarto (*Fourth Assessment Report*) se ha publicado en 2007.

⁸ WIGLEY y RAPER (2001), MURPHY *et al.* (2004) y MEINSHAUSEN (2006).

⁹ Desde nuestro punto de vista, no es el premio Nobel de la Paz el adecuado para premiar esta labor, puesto que la relación existente entre la lucha contra el cambio climático y la paz mundial es, cuando menos, desconocida. Quizás un premio medioambiental como el Goldman o el Zayed hubiese sido más adecuado.

4. Cambio climático y análisis económico

Aunque las causas y su dimensión sean controvertidas, el calentamiento global es un hecho, independientemente de que su origen sea antrópico o no, por lo que sus efectos sobre la actividad humana deben ser investigados. Si son mayoritariamente negativos estará justificado tomar medidas para combatirlo, ya sea mediante el Protocolo de Kioto o de otras medidas semejantes, como analizaremos más adelante.

No obstante, es necesario hacer una precisión. En el contexto de la lucha contra el cambio climático (cfr. las diferentes publicaciones de la UNFCCC) las medidas suelen dividirse en dos grandes grupos: medidas de *adaptación* y medidas de *mitigación*. Las primeras son las que tratan de paliar los efectos del cambio climático, especialmente en los países en desarrollo con menos capacidad de reacción, mientras que las segundas se dirigen específicamente a reducir las emisiones de GEI. Si no hay certeza del origen antropogénico del calentamiento global, podría discutirse la oportunidad de las medidas de mitigación (incluyendo el Protocolo de Kioto), mientras que las medidas de adaptación serían necesarias en cualquier caso.

Ahora bien, las medidas que se apliquen deben cumplir, en todo caso, con los criterios de racionalidad económica utilizados normalmente: 1) que los beneficios derivados de aplicar dichas medidas sean superiores a los costes de implantarlas —no sólo en términos económicos, sino también en términos sociales—, y 2) que los beneficios obtenidos sean superiores a los que podrían derivarse del uso alternativo de esos recursos (coste de oportunidad de esas políticas).

Como era esperable, la determinación de los costes y beneficios del calentamiento global a escala mundial también es una cuestión controvertida, no sólo por las importantes incertidumbres existentes alrededor del cambio climático, sino también porque la subjetividad inherente a una evaluación económica de este tipo es amplificada por la magnitud de la tarea, que tiene que enfrentarse con los efectos de una multitud de variables en

entornos geográficos muy diferentes y sin apenas bibliografía de referencia, dada la novedad de la materia. Por si fuera poco, la filiación ideológica a favor o en contra del Protocolo de Kioto o, más sencillamente, la sensibilidad ante las cuestiones ambientales, puede influir decisivamente en la evaluación.

Como ejemplo de las importantes diferencias en la cuantificación de los daños del calentamiento global, en el Cuadro 2 se muestran algunas de las principales evaluaciones del coste del cambio climático para EE UU. También se puede observar en dicho cuadro cómo los sectores donde los autores han considerado que incide el cambio climático varían de forma importante de un estudio a otro.

Teniendo en cuenta la dificultad, complejidad e incertidumbre existente para realizar este tipo de evaluación a nivel planetario, no extraña demasiado que los trabajos sobre la cuantificación de los daños globales del cambio climático no sean numerosos. En el Cuadro 3 se muestran dos de estas estimaciones a nivel mundial por zonas geográficas, recopiladas en el *Segundo Informe de Evaluación del IPCC*. Como se puede ver, el coste de la duplicación de los GEI podría alcanzar hasta un 2 por 100 del PIB mundial. En términos absolutos, los daños serían mayores en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), pero en términos relativos los costes serían muy superiores en los países con menores niveles de renta.

En resumen, la mayoría de los estudios sobre los impactos del calentamiento global ofrecen unas cuantiosas estimaciones de daños, si bien su elevada dispersión, sobre todo a nivel regional, aconseja profundizar en la valoración económica de estos impactos.

En este sentido, es llamativo el hecho de que el IPCC, el organismo científico creado para asesorar a la UNFCCC, le haya dedicado tan poca atención a esta cuestión fundamental, como lo demuestra el hecho de que se haya cambiado el objetivo del Grupo de Trabajo III del IPCC (Lomborg, 2005). Al *Segundo Informe de Evaluación* (1996) le correspondía encargarse de la va-

CUADRO 2

DAÑOS ANUALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO A LA ECONOMÍA DE EE UU ¹
(Miles de millones de dólares de 1997)

	CLINE (1992)	FANKHAUSER (1995)	TOL (1995)	NORDHAUS (1991)	TITUS (1992)	NORDHAUS y BOYER (2000)	MENDELSON (1999, 2001)
Escenario climático	2,5 °C	2,5 °C	2,5 °C	3 °C	4 °C	2,5 °C	2,5 °C
Agricultura	21,2	10,2	12,1	1,3	1,5	4,9	-9,6
Bosques / madera	4,7	1,0	—	—	61,6	0,0	-4,3
Biodiversidad	5,6	11,9	7,1	—	—	—	—
Recursos hídricos	—	—	—	—	—	0,0	1,2
Nivel del mar / estructuras costeras . .	9,9	12,7	12,0	17,2	8,0	8,5	0,1
Electricidad / energía	15,2	10,7	—	1,5	7,6	0,0	2,6
Calefacción no eléctrica	-1,8	—	—	—	—	—	—
Total - sectores de mercado	54,8	46,5	31,2	20,1	78,7	13,3	-10,1
Comodidades (<i>amenities</i>)	—	—	16,9	—	—	—	—
Vidas humanas	8,2	16,1	52,8	0,0	13,3	—	—
Migraciones	0,7	0,8	1,4	0,0	—	—	—
Huracanes / catástrofes naturales . . .	1,1	0,3	0,4	0,0	—	35,3	—
Actividades de ocio	2,9	—	—	—	—	-29,0	-7,2
Disponibilidad	9,9	22,0	—	0,0	16,1	—	—
Contaminación	—	—	—	—	32,6	—	—
Calidad del agua	—	—	—	—	—	1,4	8,1
Infraestructura urbana	0,1	—	—	—	—	—	—
Ozono troposférico	4,9	10,3	—	0,0	38,4	—	—
Aire acondicionado móvil	—	—	—	—	2,5	—	—
Total-sectores no de mercado	27,9	49,6	71,6	60,8	102,9	7,7	0,9
Total-todos los sectores	82,7	96,0	102,8	80,9	181,6	21,03	-9,2
% del PIB 1997	1,10	1,30	1,50	1,00	2,50	0,25	-0,10

NOTA: ¹ Los valores negativos implican beneficios.

FUENTE: PRESTON y SMITH (2005), páginas 24 y 25.

loración socioeconómica del cambio climático, mientras que el *Tercer Informe de Evaluación* (2001) se ocupó de analizar las opciones de control de los GEI (IPCC, 2001a), es decir, de las medidas de mitigación, que, tal y como hemos comentado con anterioridad, pudieran no estar justificadas si la actividad humana no fuese la causante del cambio climático. La consecuencia de este cambio de objetivo es que en el *Tercer Informe de Evaluación* desaparece cualquier mención a la valoración monetaria de los daños globales del cambio climático, lo

que a nuestro juicio es un grave error, puesto que esta valoración es necesaria para realizar el análisis económico de las medidas que deben ser aplicadas para mitigar el cambio global.

El *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC* (2007) sigue la estructura del tercero, con el Grupo de Trabajo I dedicado al análisis físico del cambio climático, el Grupo II dedicado al estudio de las medidas de adaptación y el Grupo III dedicado al estudio de las medidas de mitigación. Respecto a las cuestiones económicas, tanto

CUADRO 3
DAÑOS ANUALES DEL CALENTAMIENTO GLOBAL PROVOCADOS
POR LA DUPLICACIÓN DEL CO₂¹

	FANKHAUSER (1995)		TOL (1995)	
	Miles de millones de dólares ²	% PIB	Miles de millones de dólares ²	% PIB
Unión Europea	63,6	1,4	—	—
EE UU	61	1,3	—	—
Otros OCDE	55,9	1,4	—	—
OCDE América	—	—	74,2	1,5
OCDE Europa	—	—	56,5	1,3
OCDE Pacífico	—	—	59	2,8
Total OCDE	180,5	1,3	189,7	1,6
Antigua URSS y Europa del Este ³	18,2	0,7	-7,9	-0,3
Asia Central (Economías planif.) ⁴	16,7	4,7	18	5,2
Sur y Sudeste Asiático ⁵	54,0	2,1	53,5	8,6
África ⁵	—	—	30,3	8,7
Latinoamérica ⁵	—	—	31	4,3
Oriente Medio ⁵	—	—	1,3	4,1
Total no OCDE	89,1	1,6	126,2	2,7
Total mundial	269,6	1,4	315,9	1,9

NOTAS: ¹ Los valores negativos implican beneficios.

² Los valores monetarios corresponden a años base diferentes.

³ Para Fankhauser, sólo Antigua URSS.

⁴ Para Fankhauser, sólo China.

⁵ Para Fankhauser, los autores han calculado por diferencias los daños y el porcentaje del PIB de forma conjunta para el Sur y el Sudeste Asiático, África, Latinoamérica y Oriente Medio.

FUENTE: IPCC (1996a), página 205.

en el Grupo de Trabajo II como en el III les siguen dedicando poca o muy poca atención, especialmente en el Grupo de Trabajo II, que es el que se debería ocupar de evaluar el coste global del cambio climático. De hecho, en el *Summary for Policymakers*¹⁰ del Grupo II se dice que «las extensas implicaciones macroeconómicas a lo largo de todos los sectores de la economía de la adaptación sobre el crecimiento económico y el empleo permanecen ampliamente desconocidas» (IPCC, 2007e).

El *Informe Stern*, cuyo título completo es *Informe Stern sobre los aspectos económicos del cambio climático*, puede considerarse como un intento para rellenar el vacío o la superficialidad con la que el IPCC trata las cuestiones económicas. De acuerdo con este informe «hoy en día el coste esperado del cambio climático es mayor que lo que sugerían muchos estudios anteriores» (Stern, 2006). De hecho, según el *Informe Stern*, «el coste del cambio climático en el escenario *business as usual* en los próximos dos siglos es equivalente a una pérdida de al menos un 5 por 100 del consumo per cápita mundial», y además «las estimaciones de coste podrían incrementarse todavía más si los modelos incor-

¹⁰ Resumen para Responsables de Políticas.

porasen otros efectos importantes que se han omitido», con lo que «el coste total podría estar muy probablemente alrededor del 20 por 100 del consumo per cápita actual» (Stern, 2006).

No obstante, este informe tampoco se ha librado de las críticas. La más importante de las que se le hacen, fundamental a todas luces por su capacidad para invalidar todos los resultados, es que en la valoración de los daños se han utilizado tasas de descuento muy reducidas, que de hecho garantizan la obtención de unos daños muy elevados (Yohe, 2007). La cuestión de la tasa de descuento es una de las fundamentales de la economía del medio ambiente. Una tasa de descuento nula implica que valoramos igual el presente que el futuro, mientras que una tasa muy elevada significa justo lo contrario. Si para valorar costes ambientales futuros utilizamos tasas muy bajas, dado que el período de tiempo hacia delante es infinito y el coste de la inversión actual tiene un horizonte temporal mucho más limitado, es muy probable que siempre tenga sentido realizar inversiones para paliar daños ambientales.

5. La metodología en la elaboración de los informes del IPCC

Teniendo en cuenta que los informes del IPCC son la principal fuente «oficial» de información sobre el cambio climático, creemos conveniente explicar la metodología seguida en su elaboración, aunque sea de forma breve.

El IPCC es un panel intergubernamental de expertos sobre el cambio climático y está formado, principalmente, por científicos y por los delegados gubernamentales de los países miembros del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En la elaboración del *Cuarto Informe de Evaluación* han participado más de 150 autores y 600 revisores científicos, amén de otros 1.400 revisores (IPCC, 2007b y 2007f). De acuerdo con la mayoría de las opiniones los informes del IPCC en general, y el cuarto en particular, son razona-

blemente completos (*comprehensive*), informativos y valiosos (McKittrick, 2007; Steffen, 2008).

Ahora bien, los tres volúmenes principales del informe suman en total cerca de 3.000 páginas no siempre fáciles de leer, debido a la minuciosidad y el detalle con el que se abordan en muchas ocasiones las cuestiones técnicas, por lo que para facilitar una difusión máxima de la información en ellos recogida se elaboran también los *Summary for Policymakers* (SPM). Estos documentos son resúmenes muy abreviados de tan sólo unas 20 páginas de extensión, y escritos de una forma bastante más accesible y pedagógica, pensados, tal y como su nombre indica, para que los lean los responsables políticos encargados de tomar las decisiones, que no tienen por qué ser expertos en las cuestiones relativas al cambio climático. De igual modo, son estos documentos los que consultará normalmente el público en general interesado en estas cuestiones.

Y es aquí donde surge uno de los principales problemas del IPCC: los SPM no son fruto de una discusión científica, sino que son aprobados en una negociación política entre los más de 100 representantes gubernamentales de los países miembros, con lo que estos documentos pueden no reflejar las conclusiones de los científicos que han realizado el informe (McKittrick, 2007).

Por otra parte, las opiniones discordantes con el discurso oficial del IPCC —existencia de calentamiento global provocado por las emisiones humanas de GEI— no siempre se tienen suficientemente en cuenta (McKittrick, 2007). Un claro ejemplo de esto último es lo que ha pasado, precisamente, con algunas cuestiones económicas, a las que, como ya hemos comentado, el IPCC no les ha prestado demasiada atención en general.

La evolución de las emisiones totales de GEI depende principalmente del crecimiento del PIB mundial, que se construye, lógicamente, a partir de la agregación de los PIB nacionales que están nominados en las monedas legales propias de cada país. En el IPCC esta agregación se ha realizado mediante los tipos de cambio de mercado cuando se debía haber hecho, de acuerdo con

Henderson (2004), mediante la paridad del poder adquisitivo (PPA). Este método nos indica que para comparar la riqueza relativa entre dos países no basta con comparar la renta per cápita, sino lo que se puede adquirir en cada país con esa renta. Como los países más pobres tienden también a ser más baratos, la distancia real entre las rentas per cápitas de dos países suele ser significativamente menor si aplicamos la PPA que si lo hacemos directamente con los tipos de cambio. En definitiva, para el IPCC la diferencia existente entre países ricos y pobres es bastante superior a la real, lo que conlleva a unos crecimientos de renta y de emisiones mayores en los países en desarrollo (Henderson, 2004), antes de que ambas variables se estabilicen y converjan (o se aproximen) con las de los países desarrollados.

Ante un razonamiento tan sencillo y lógico desde el punto de vista económico, el IPCC se cerró en banda sin ni siquiera aceptar que se debatiera. Posiblemente, la principal razón para ello es que en el IPCC no abundan los economistas, ya que el panel está más orientado al estudio de las magnitudes físicas del cambio climático; es probable que ésta sea también la razón por la que las cuestiones económicas se tratan de una forma tan superficial.

6. El protocolo de Kioto

Después de un largo proceso de negociación, la UNFCCC aprobó el *Protocolo de Kioto* en la Tercera Conferencia de las Partes (COP-3) celebrada en esa ciudad en 1997. En el Anexo I de dicho Protocolo se incluyen todos aquellos países miembros de la UNFCCC que accedieron a reducir sus emisiones de GEI en el período 2008-2012 respecto a sus niveles de 1990. En conjunto, los países del Anexo I se comprometen a reducir sus emisiones de GEI en un 5 por 100 respecto a los niveles de 1990.

El reparto de este porcentaje de reducción de emisiones entre los países afectados se realizó de acuerdo con el principio de «quien contamina, paga», por el cual aquellos países que más contaminan (de los incluidos

en el anexo I, EE UU y la UE) asumen la mayor parte de la reducción de las emisiones, siendo éste uno de los principios fundamentales de la economía del medio ambiente aceptado por la OCDE en 1972, e incluido en el Tratado de la Unión Europea de 1992¹¹. En la terminología de los bienes públicos globales, un criterio como éste se considera un *punto focal*, es decir, una solución considerada comúnmente como obvia o natural, fácilmente aceptada por todas las partes implicadas en la negociación (Marín y García-Verdugo, 2003).

En 2004 la Federación Rusa ratificó el Protocolo de Kioto, con lo que éste pudo entrar en vigor al haber sido ratificado por más de 55 países miembros de la UNFCCC que representaban más del 55 por 100 de las emisiones de los países de referencia, por lo que, finalmente, el Protocolo entró en vigor. Desde un punto de vista político esto supuso un triunfo para la Unión Europea, principal valedora del mismo y de todo el proceso de lucha contra el cambio climático desde su origen. En el lado opuesto, sin haberlo ratificado, y como grandes perdedores, tan sólo EE UU y Australia.

Ahora bien, retomando el marco conceptual de los bienes públicos globales, la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en la forma que lo ha hecho, con la oposición frontal de EE UU, primer emisor mundial de GEI, no se puede considerar de ninguna manera como un éxito, sobre todo cuando la provisión del bien se realiza mediante la agregación de las contribuciones individuales. Al no conseguir incluir en el acuerdo al productor del 25 por 100 de las emisiones de GEI va a ser muy difícil alcanzar los objetivos del Protocolo, puesto que es prácticamente imposible que algún otro país o grupo de países pueda compensar la falta de colaboración de EE UU.

Los regímenes internacionales¹², como la UNFCCC o el Protocolo de Kioto, nunca pueden organizarse de

¹¹ Artículo 130R.2 del *Tratado de la Unión Europea* de 1992 y artículo 174.2 de la versión consolidada de 2002 del *Tratado constitutivo de la Comunidad Europea*.

¹² «Conjuntos de principios, normas, reglas y procedimientos de decisión, implícitos o explícitos, en torno a los cuales convergen las

manera coercitiva, y menos aún cuando se pretende conseguir la colaboración de la primera potencia mundial política, económica y militar. No se trata de aislar o estigmatizar al que no comparte la opinión de la mayoría, sino de integrarlo, de convencerlo, y esto sólo se puede conseguir mediante razones bien fundamentadas.

La principal función de los regímenes internacionales a la hora de solucionar problemas de acción colectiva (como la provisión de bienes públicos globales) es la función informativa, puesto que sólo ésta es capaz de convencer o reducir las reticencias de los participantes en la negociación. En este sentido, la UNFCCC tiene un excelente organismo informativo en el IPCC, formado por miles de investigadores de cientos de países distintos, y en él la presencia de científicos estadounidenses no es pequeña. Entonces, ¿por qué ha fracasado, al menos parcialmente, la negociación? ¿Por qué no ha ratificado EE UU el Protocolo de Kioto, y sí el de Montreal para luchar contra el agujero de la capa de ozono?

En el caso del ozono, los costes de dejar de usar los clorofluorocarbonos no eran excesivos y los daños que se evitaban —en forma de reducción del número de muertes por cáncer de piel— eran percibidos fácilmente por los políticos y la opinión pública. En el caso del calentamiento global sucede exactamente lo contrario: los costes de implementar Kioto parecen bastante elevados y los beneficios son inciertos, difíciles de cuantificar y se percibirían a muy largo plazo, puesto que se está usando el año 2100 como horizonte. En esta tesitura, y dado que EE UU es el primer emisor mundial de gases de efecto invernadero, y según el principio de «quien contamina, paga» deberá asumir una parte importante de los costes del problema, necesita cierto grado de seguridad de que la lucha contra el cambio climático es una inversión rentable, tanto en términos monetarios como so-

ciales. Y, como se verá con más detenimiento en el apartado siguiente, es justo en este punto, especialmente en la valoración económica, donde flaquean los informes de IPCC, que están principalmente enfocados a la medición de las magnitudes físicas relacionadas con aspectos climáticos. En este sentido, el haber profundizado en el conocimiento general del cambio climático, especialmente en aquellos temas en los que EE UU es sensible, como, por ejemplo, en la valoración económica de sus consecuencias, podría haber hecho que este país se replantease su postura, cediendo a la presión externa (internacional) y, sobre todo, interna (de los propios ciudadanos estadounidenses) ante una información cada vez más objetiva y contrastada. Y además, también habría servido para haber realizado un mejor protocolo.

Según la teoría de los bienes públicos globales, el Protocolo es un bien público global intermedio, que busca facilitar la provisión de un bien público global final como es la estabilidad del clima o, incluso más correctamente, evitar la generación de un mal público global como el cambio climático: el Protocolo no es un objetivo, sino un medio para lograr el objetivo final. En consecuencia, este instrumento es valioso en la medida que sea la mejor de las alternativas posibles, es decir, aquella que logre la mayor reducción del calentamiento global con los menores costes monetarios y no monetarios. Y la medida estrella de política económica del Protocolo es, sin duda, el lanzamiento de los permisos de emisión negociables.

Tradicionalmente, las diferentes medidas de política ambiental existentes para luchar contra la contaminación se han clasificado en dos grandes grupos: las medidas regulatorias y los instrumentos económicos. Entre las primeras, las principales medidas serían el establecimiento de estándares en los procesos de producción o consumo y la prohibición de usar determinadas sustancias o tecnologías contaminantes. Entre los instrumentos económicos se podrían contabilizar los impuestos, los subsidios, los sistemas de depósitos reembolsables o los permisos de emisión negocia-

expectativas de los agentes en un área específica de las relaciones internacionales» [MARÍN y GARCÍA-VERDUGO (2003), página 131].

CUADRO 4
RESULTADOS DE APLICAR EL PROTOCOLO DE KIOTO

Autor	Modelo	Año	Incrementos	
			Temperatura	Nivel del mar
IPCC, 1996b	—	S. XX	0,3 - 0,6 °C	10-25 cm
IPCC, 1996b	No Kioto	2100	0,9 - 3,5 °C	15-95 cm
IPCC, 2001b	No Kioto	2100	1,4 - 5,8 °C	8-88 cm
PARRY <i>et al.</i> , 1998	Diferencia entre aplicar Kioto y no tomar medidas	2100	-0,15 °C	
WEC, 1998		2100	-0,15 °C	
NORDHAUS y BOYER, 1999		2100	-0,13 °C	
WIGLEY, 1998		2100		-2,5 cm
IPCC, 1997	Diferencia entre GEI -2% anual desde 2000 y no tomar medidas	2100	-0,11 a -0,91 °C	-1,6 a -15 cm

FUENTE: Elaboración propia a partir de IPCC (1996b, 1997, 2001b) y LOMBORG (2005).

bles¹³ en los que se ha basado el Protocolo de Kioto. De entre todos estos instrumentos, los más valorados en la actualidad son los económicos, ya que proporcionan un incentivo constante al desarrollo de tecnologías y procesos de producción limpios (eficiencia dinámica) (Pearce y Turner, 1995), y dentro de éstos, la elección suele ser entre los impuestos y los permisos, puesto que los subsidios no cumplen el principio de «quien contamina paga» (Marín, 2005)¹⁴.

Sin embargo, la elección de los permisos de emisión negociables como uno de los instrumentos fundamentales de Kioto, frente a los impuestos ambientales sobre el carbono, no se encuentra suficientemente respaldada por los análisis del IPCC, ya que a esta cuestión, bastante importante a nuestro juicio, se le dedican apenas 40 páginas en el *Segundo Informe de Evaluación*

(IPCC, 1996a) y siete más en el documento técnico *Tecnología, Políticas y Medidas para Mitigar el Cambio Climático* (IPCC, 1996c), sin hacer ninguna referencia a la experiencia y a los resultados en términos cuantitativos, tanto en cuanto a su incidencia económica como a la ambiental.

En definitiva, dada la escasa información suministrada a la UNFCCC sobre los diferentes instrumentos que se podían utilizar para la implementación del Protocolo de Kioto, se puede asumir que la elección, o ha sido desinformada, o ha estado motivada por criterios políticos en vez de científicos.

7. Resultados y costes de implantación del Protocolo

Para analizar la idoneidad del acuerdo alcanzado habría que hacer un doble análisis: en primer lugar, habría que analizar los resultados del Protocolo en la lucha contra el cambio climático y, en segundo lugar, determinar cuál ha sido el coste de su implementación y compararlo con los beneficios obtenidos.

¹³ Para una introducción a las políticas ambientales, *vid.* MARÍN *et al.* (2005), páginas 415-435. Para un desarrollo más amplio, *vid.* PEARCE y TURNER (1995).

¹⁴ Los sistemas de depósito y devolución no se pueden utilizar para luchar contra el calentamiento global por motivos obvios.

Respecto a lo primero, en el Cuadro 4 se muestran diferentes resultados para el incremento de la temperatura y del nivel del mar derivados de la aplicación del Protocolo, comparándolos con las variaciones experimentadas en el Siglo XX y las proyecciones del IPCC para 2100.

Como se puede ver en dicho cuadro, la implementación del Protocolo tan sólo lograría reducir los efectos del cambio climático en 0,15 °C y 2,5 cm, lo que no parece excesivamente significativo. Por otra parte, vuelve a sorprendernos el hecho de que en el *Tercer Informe de Evaluación* no se realice ninguna simulación con el escenario del cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto que se aprobó en 1997¹⁵, ni exista ningún informe especial del IPCC dedicado al Protocolo. Tampoco en el *Cuarto Informe* se le dedica una especial atención al Protocolo, aunque sí que se reconoce que su impacto en términos de reducción de emisiones va a ser limitado. Respecto a sus costes se estiman menores que los considerados inicialmente, estando entre un 0,1 y un 1,1 por 100 del PIB (IPCC, 2007g). Esta escasa atención que se le presta es todavía más inexplicable ya que el Protocolo es la principal medida adoptada en el mundo para luchar contra el cambio climático. Por ello, hemos seleccionado la propuesta de reducción de emisiones más exigente para la que el IPCC sí ha realizado los análisis. Esta propuesta, que fue formulada por Holanda, consistía en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los países del Anexo I un 2 por 100 anual desde el año 2000. Como se puede ver, los resultados son bastante mejores que los del Protocolo, aunque no compensarían totalmente el calentamiento global. No obstante, hay que tener en cuenta que este escenario implicaría para 2010 unas emisiones un 20 por 100 inferiores a las de Kioto si todos los países hubiesen ratificado el acuerdo y hubiesen cumplido

sus compromisos, por lo que los efectos del Protocolo deben ser necesariamente menores.

Respecto al coste económico de la implementación de Kioto, en el Cuadro 5 se muestran algunas estimaciones, y al igual que pasaba con el tema de los daños del calentamiento global, las diferencias entre estimaciones para la misma región oscilan de forma importante. Para el caso de la UE, entre un beneficio de un 0,07 por 100 y unas pérdidas de un 0,7 por 100 del PIB, y para EE UU el coste oscila entre un 0,27 por 100 y un 1,4 por 100 del PIB. De acuerdo con los modelos de la OCDE y de We-yand, conforme pase el tiempo y crezca la renta y la actividad económica, cada vez será más complicado que no aumenten las emisiones de CO₂, por lo que, en sus modelos, el coste de aplicar Kioto es creciente, llegando a un 2 por 100 en 2050 y a un 4 por 100 en 2100.

En el Cuadro 6 se sintetizan los valores de los Cuadros 3 y 5, mostrando el coste del cambio climático y de la implantación del Protocolo de Kioto por regiones¹⁶. En todos los casos el coste de implementar el Protocolo es bastante inferior al coste del calentamiento global, con las excepciones de EE UU-OCDE América y Japón-OCDE Pacífico donde, dependiendo de la estimación que se utilice, el coste de Kioto puede incluso superar los costes del calentamiento global. Igualmente ocurre para la OCDE, aunque en este caso las estimaciones de los costes de implementar Kioto parecen valores extremos al compararlos con las demás estimaciones, lo que le resta credibilidad.

El que en la mayoría de las regiones los daños por el calentamiento global sean muy superiores a los costes de implementar el Protocolo nos puede llevar a pensar que es económicamente rentable el hacerlo. Sin embargo, hay que tener en cuenta dos cuestiones: en primer lugar, hay que ser consciente de que el Protocolo no puede evitar todos los daños del cambio climático,

¹⁵ «(...) no scenarios are included that explicitly assume implementation of the UNFCCC or the emissions targets of the Kioto Protocol», IPCC (2001b), página 531.

¹⁶ Aunque en ambos casos hablamos de costes, los del cambio climático pasan a ser costes evitados, y por tanto, beneficios potenciales, en el caso de implantar alguna medida que mitigase, en parte o totalmente, los efectos del calentamiento global.

CUADRO 5
COSTE ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE KIOTO ¹

Autor	VARIABLE y año	Anexo I	No Anexo I	Mundo	OCDE	EE UU	UE	OCDE Europa	Japón	Aus.-NZ	Can. Aus. y NZ	Rusia	China
TULPULÉ (1998, 1999)	PNB	0,30	0,00										
BROWN <i>et al.</i> (1999)	PNB		—	0,20									
HOLTSMARK (1998)	PIB		0,46			0,48	-0,07		-0,08			0,16	
HOLTSMARK <i>et al.</i> (1998)	PIB		0,11			0,27	0,15		-0,07			-0,17	
KAINUMA <i>et al.</i> (1998, 1999)	PIB					0,30	0,30		0,15			-3,60	0,20
MENSBRUGGHE (1998)	PIB			0,20									
TOL (1999)	Consumo		-0,15									0,60	
COOPER <i>et al.</i> (1999)	PIB, 2010					1,40	0,70		0,50			1,40	-0,60
IPCC (2001a) (Media 9 estudios)	PIB, 2010					0,59		0,42					
OCDE (1994)	PIB, 2050					1,90					0,65		
WEYANT (1993)	PIB, 2100					4,00							

NOTA: ¹ Los valores negativos implican beneficios.

FUENTE: Elaboración propia a partir de IPCC (2001a) y LOMBORG (2005).

CUADRO 6

**COSTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO
Y DEL PROTOCOLO DE KIOTO
COMO PORCENTAJES DEL PRODUCTO
NACIONAL¹**

Región	Coste del cambio climático	Coste del Protocolo de Kioto
UE/OCDE Europa	1,3 a 1,4	-0,07 a 0,7
EE UU/OCDE América	1,3 a 1,5	0,27 a 1,4
Japón/OCDE Pacífico	1,4 a 2,8	-0,17 a 0,5
OCDE	1,3 a 1,6	1,9 a 4,0
Antigua URSS y Europa del Este .	-0,3 a 0,7	-3,6 a 1,4
China	4,7 a 5,2	-0,6 a 0,2
Mundo	1,4 a 1,9	0,2

NOTA: ¹ Los valores negativos implican beneficios.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los Cuadros 2 y 4.

puesto que sus resultados (0,15 °C y 2,5 cm menos de temperatura y de subida del nivel del mar, respectivamente) no compensan más que una ínfima parte de la variación total originada por el cambio climático; en segundo lugar, el hecho de que EE UU no haya ratificado el Protocolo reduce los costes globales de su implementación, pero también su efectividad, y teniendo en cuenta la complejidad de los procesos climáticos no es fácil prever si la reducción de los resultados (por la no ratificación de EE UU) es más o menos que proporcional respecto de la reducción del coste del Protocolo.

En resumen, la comparación de costes (de la implementación del Protocolo) y beneficios (los daños del calentamiento global evitados) no es concluyente porque no se puede determinar con fiabilidad qué proporción de los daños puede ser evitada por el Protocolo o, más exactamente, el Protocolo sin la firma de EE UU. No obstante, ya que el posible coste del tratado es bastante elevado (hasta un 4 por 100 del PIB, si hacemos caso del informe de la OCDE o hasta un 1,4 por 100 si hacemos caso del resto de resultados del Cuadro 6), parecía aconsejable haber profundizado en la valoración de costes y beneficios antes de tomar una decisión.

Por otra parte, si analizamos esta cuestión a la vista de los resultados del *Informe Stern*, la cuestión se simplificaría mucho: el coste de la lucha contra el cambio climático se limitaría al 1 por 100 (Stern, 2006), mientras que los daños evitados estarían entre el 5 por 100 y el 20 por 100. No obstante, desde un punto de vista económico la cuestión de las tasas de descuento utilizadas, como se dijo con anterioridad, es suficientemente seria como para tomarse estos resultados con mucha cautela.

Desde otro punto de vista, podría alegarse que la lucha contra el calentamiento global no es sólo una cuestión monetaria, sino que son mucho más importantes los costes no monetarios. Dentro de éstos, entre los más importantes que podríamos considerar, quizá estarían los fallecimientos provocados por el aumento de temperaturas y los desplazados a causa de la subida del nivel del mar. En el Cuadro 7 se muestran estas magnitudes junto con las debidas a otras causas.

Como se puede ver en el cuadro, la cifra de fallecimientos atribuibles al cambio climático es relativamente poco importante comparada con las producidas por muchas de las enfermedades que todavía asolan el tercer mundo. A modo de ejemplo, los fallecimientos relacionados con la malaria, la malnutrición o las diarreas atribuibles al cambio climático representan tan sólo un 2 por 100 de las muertes totales por estas causas; mientras que en el año 2030 las muertes por este motivo representarán menos de la mitad de las que causa hoy en día el sarampión, enfermedad que actualmente no suele ser causa de muerte en los países desarrollados. Por otra parte, aunque las cifras de desplazados son más importantes, pudiendo alcanzar los 200 millones de personas en 2050, en la actualidad ya hay más de 50 millones de desplazados.

Por tanto, teniendo en cuenta el elevado coste económico que puede llegar a originar el protocolo de Kioto, su escasa incidencia en el control del clima y que hay otros problemas con mayores costes no monetarios, parece necesario plantearse la posibilidad de destinar esos recursos a tareas más urgentes, relacionadas con las pre-

CUADRO 7
FALLECIMIENTOS Y DESPLAZADOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

FALLECIMIENTOS ANUALES			
Causas	Muertes anuales totales	Muertes debidas al cambio climático	
		Actuales	2030
Enfermedades cardiovasculares	17.500.000	n.d.	n.d.
Cáncer	7.600.000	no relacionado	no relacionado
SIDA	2.800.000	no relacionado	no relacionado
Malnutrición	3.700.000	77.000 (2%)	
Diarreas	2.000.000	47.000 (2%)	300.000
Malaria	1.100.000	27.000 (2%)	
Tuberculosis	1.565.000	nd	nd
Sarampión	607.000	nd	nd
Tétanos	213.000	nd	nd
			DESPLAZADOS
Desastres naturales y escasez de recursos			25.000.000
Cuestiones políticas, religiosas o étnicas			27.000.000
Cambio climático (subida del nivel del mar en 2050)			150-200.000.000

NOTA: nd: no disponible.

FUENTE: Elaboración propia a partir de OMS (2004) y STERN (2006).

carias condiciones de vida en las que vive gran parte de la población mundial que habita en el tercer mundo.

8. Preparación de los objetivos para después de 2012: la «Hoja de ruta de Bali»

En Montreal (2005) las partes lanzaron dos procesos paralelos para empezar a estudiar las actuaciones posteriores a 2012. Una, amparada bajo el Protocolo de Kioto, suponía una negociación formal de nuevos objetivos, pero sólo para los países desarrollados del Anexo I. La segunda y más novedosa, en el marco de la UNFCCC, tomó la forma de un *Diálogo sobre Actuaciones Cooperativas a Largo Plazo*, de carácter informal, que no pretendía negociar nuevos compromisos de manera explícita. No se fijó plazo a las negociaciones relacionadas con Kioto, pero se estableció que el Diálogo

de la Convención culminaría en la reunión de Bali, que se celebraría en diciembre de 2007. Formalmente constituiría la Decimotercera Sesión de la Conferencia de las Partes (COP-13) de la UNFCCC; en paralelo, se produjo la Tercera Sesión del Encuentro entre las Partes (MOP-3) del Protocolo de Kioto.

Se ha puesto de manifiesto tanto la urgencia como la extraordinaria dificultad para lograr nuevos acuerdos integrales para reducir las emisiones globales de GEI. Los representantes de los gobiernos mantuvieron sus divergencias en temas fundamentales, pero al final consiguieron ponerse de acuerdo para lanzar un proceso de negociación con un marco poco restrictivo en el ámbito de la UNFCCC. Los gobiernos sólo acordaron los parámetros más generales del proceso, dejando prácticamente todos los aspectos claves para futuras negociaciones. Por tanto, la llamada «Hoja de ruta de Bali» no

es un proceso de decisión único, sino un término genérico para aunar todas las decisiones tomadas en esa reunión de cara al futuro.

En el acuerdo definitivo, los países en desarrollo accedieron, por primera vez, a considerar acciones de mitigación cuantificables y verificables, una desviación significativa de la postura de no asumir nuevas obligaciones que habían mantenido en anteriores reuniones. A cambio, sus actuaciones serían apoyadas por tecnología y financiación de los países desarrollados, cuya transferencia efectiva también sería cuantificable y verificable. Por su parte, los países desarrollados estudiarían medidas que podrían incluir objetivos relacionados con los niveles de emisión. Pero el texto no obliga a ningún resultado concreto, sino que deja completamente abierta la forma y el nivel de compromisos futuros.

Las negociaciones serán dirigidas por un nuevo grupo de trabajo¹⁷ que se reunirá cuatro veces en 2008 y completará su trabajo en 2009. Presentará sus resultados para ser aprobados en el COP-15, que se celebrará en Copenhague en diciembre de 2009. Aunque estas negociaciones discurrirán paralelas a las amparadas bajo el Protocolo de Kioto y no están formalmente relacionadas, las partes esperan que las dos vías confluirán en 2009 en un único acuerdo sobre los objetivos para después de 2012.

A pesar de que los resultados fueron limitados, se produjeron algunos avances. La reunión se abrió con el anuncio, realizado por el recién elegido Primer Ministro de Australia, de que su país ha ratificado el Protocolo de Kioto, dejando a Estados Unidos como el único país industrializado relevante fuera de este acuerdo. Además, los representantes de los gobiernos consiguieron acuerdos en varios asuntos importantes. Por un lado, se resolvieron antiguas divergencias sobre los órganos de gobierno del *Fondo de Adaptación* creado bajo el Protocolo de Kioto para ayudar a los países en desarrollo más vulnerables al cambio climático. Por otro, se dieron los primeros pasos para reducir las emisiones derivadas de la

deforestación tropical —que suponen casi un 20 por 100 de las emisiones mundiales y la parte más importante no relacionada con la energía—, aunque quedan por definir los instrumentos que se utilizarán (reconocimientos de derechos de emisión, ayudas financieras, etcétera). Este tema, incluido en el ámbito de las denominadas REDD («Reduced Emissions from Deforestation and Degradation in Developing Countries»), ha despertado mucho interés, en parte porque es la única área en la que los países en desarrollo han realizado propuestas concretas para reducir sus emisiones¹⁸.

9. El Protocolo de Kioto y España

Tradicionalmente, la economía española ha sido más intensiva en energía que la europea, amén de mucho más dependiente por la carencia de recursos energéticos. Además, desde 1990, año de referencia para los compromisos adoptados en el Protocolo de Kioto, nuestras emisiones de GEI han crecido a un ritmo muy superior que las de nuestros socios europeos, sobrepasando con mucho el incremento de un 15 por 100 sobre las emisiones de 1990 que nos correspondió por nuestros menores niveles históricos de emisiones respecto a la UE-15. De hecho, la UNFCCC nos ha utilizado de forma sistemática como ejemplo de país que no está cumpliendo sus compromisos de reducción de emisiones. Teniendo en cuenta que los tres objetivos del triángulo de la política energética comunitaria son: eficiencia, seguridad y sostenibilidad, España se haya bastante mal posicionada (y esto significa mayores costes y menor competitividad) si tenemos en cuenta las variables antes mencionadas: alta intensidad energética (baja eficiencia), alta dependencia exterior (baja seguridad) y altas emisiones de GEI (baja sostenibilidad).

No obstante, no todo son malas noticias y parece que el metabolismo energético de la economía espa-

¹⁷ *Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action*.

¹⁸ El texto completo de la reunión de Bali puede encontrarse en http://unfccc.int/meetings/cop_13/items/4049.php

ñola comienza a dar síntomas de ralentización: desde 2005 hasta 2007 viene reduciéndose la intensidad energética, mientras que los GEI se redujeron en 2006 por primera vez desde 1995, aunque en 2007 volvieron a aumentar. Fruto de la gran lentitud de la Administración española para adoptar medidas para mitigar el cambio climático, la primera reducción en las emisiones de GEI ha sucedido prácticamente una década después de la adopción del protocolo de Kioto, y apenas dos años antes de que comience el período de cumplimiento (2008-2012) de los compromisos de reducción.

En la actualidad las emisiones de GEI de España se encuentran, aproximadamente un 50 por 100 por encima de las de 1990. Para alcanzar el objetivo del 15 por 100, además de recurrir de forma importante a la compra de permisos de emisión, sería necesario aplicar nuevas medidas, que de hecho fueron aprobadas a finales de 2007 en la *Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia*.

Ahora bien, es complicado invertir una tendencia tan rápidamente como es necesario en esta ocasión, aunque también es cierto que hasta el momento en España nadie lo había intentado con determinación. De todos modos, desde nuestro punto de vista de economistas confiamos más en los incentivos de mercado que en la intervención del sector público, y en este aspecto el principal incentivo para reducir las emisiones es la existencia del mercado de CO₂.

Si a la existencia de un plan concreto para reducir las emisiones le añadimos una asignación de derechos a nivel europeo más restrictiva y coherente con los objetivos de cumplimiento —como parece ser el caso, a juzgar por el aumento del precio del CO₂ al iniciarse la segunda fase del Sistema Europeo de Comercio de Permisos de Emisión—, es posible que España logre impedir que sus emisiones sigan creciendo. De ahí a lograr el objetivo del 15 por 100 sigue habiendo un gran trecho, aunque habremos dado un paso importante de cara a no volver a ser los últimos de la fila en el período post-Kioto.

10. Conclusiones

En la actualidad, dos terceras partes de las emisiones de gases de efecto invernadero proceden de actividades relacionadas con la producción o el uso de energía, y esta proporción sigue aumentando debido al crecimiento económico intensivo en energía de los países emergentes. Por tanto, es obvio que cualquier iniciativa encaminada a su reducción ha de basarse, principal y necesariamente, en la reducción de las emisiones relacionadas con estos usos.

El calentamiento global es un hecho, por lo que es necesario el estudio en profundidad de los daños del cambio climático y del coste de las medidas propuestas para su solución. La comunidad internacional ha logrado acuerdos para luchar contra el cambio climático por medio de regímenes internacionales, como el Protocolo de Kioto. Sin embargo, los aspectos económicos de la lucha contra el cambio climático no han sido tratados con suficiente profundidad, lo que ha podido influir en la negativa de EE UU a firmarlo, poniendo en peligro el logro de sus objetivos. No hay que olvidar que el Protocolo en sí no es un bien público global final, sino uno intermedio, un instrumento más que un fin, por lo que su bondad o idoneidad depende de que sea la mejor alternativa posible para lograr el objetivo final.

En el período post-Kioto, mediante el seguimiento de la «hoja de ruta» acordada en Bali, tenemos la oportunidad de mejorar los aspectos más deficientes del Protocolo, entre los que resalta la falta de información rigurosa relativa a las cuestiones económicas del cambio climático. La incorporación de los países en desarrollo a la lucha activa contra el calentamiento global y el desarrollo de un esquema mundial de comercio internacional de permisos de emisión parecen algunos de los pasos más prometedores de esta nueva etapa, con el fin de conseguir un instrumento más eficaz para luchar contra el cambio climático.

Por otra parte, no conviene olvidar que existen problemas sin resolver a escala global, quizás más prioritarios que los derivados del cambio climático y con una solución menos costosa, como erradicar la pobreza en el tercer

mundo y sus ramificaciones en términos de calidad de vida de una parte muy importante de la población mundial.

España se encuentra muy lejos de los compromisos asumidos en el Protocolo de Kioto, aunque empiezan a percibirse algunos indicios de un posible cambio de tendencia que podría verse reforzado por las recientes medidas aprobadas por el Gobierno. Si a esto le añadimos el aumento del precio del carbón al iniciarse la segunda fase del Sistema Europeo de Comercio de Permisos de Emisión, es posible esperar que podamos abandonar el vagón de cola en la lucha contra el cambio climático.

Referencias bibliográficas

- [1] CONSEJO EUROPEO (2002): «Decisión del Consejo Europeo de 25 de abril de 2002 relativa a la aprobación, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos con arreglo al mismo (2002/358/CE)», *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 15 de mayo (L 130/1).
- [2] HENDERSON, D. (2004): *Are the UN's Global Warming Forecasts based on Faulty Economics?*, The George Marshall Institute, páginas 2 y 9.
- [3] IPCC (1996a): *Climate Change 1995. Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, páginas 397-439.
- [4] IPCC (1996b): *Climate Change 1995. The Science of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [5] IPCC (1996c): *Tecnologías, Políticas y Medidas para mitigar el cambio climático. Documento Técnico I*, páginas 75-81 [en línea]. [http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.I\(S\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.I(S).pdf).
- [6] IPCC (1997): *Implicaciones de las propuestas de limitación de emisiones de CO₂. Documento Técnico IV* [en línea]. [http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.IV\(S\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/IPCCTP.IV(S).pdf).
- [7] IPCC (2001a): *Climate Change 2001: Mitigation*, Cambridge University Press, Cambridge, página 19.
- [8] IPCC (2001b): *Climate Change 2001: The Scientific basis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [9] IPCC (2007a): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York.
- [10] IPCC (2007b): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, página v.
- [11] IPCC (2007c): *Summary for Policymakers. Climate Change 2007: Synthesis Report*, página 2 y 5. [en línea]. www.ipcc.ch.
- [12] IPCC (2007d): *Technical Summary. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, páginas 23, 137 y 237. [en línea]. www.ipcc.ch
- [13] IPCC (2007e): *Summary for Policymakers. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, página 727. [en línea]. www.ipcc.ch.
- [14] IPCC (2007f): *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, página iii. [en línea]. www.ipcc.ch.
- [15] IPCC (2007g): *Summary for Policymakers. Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, página 21. [en línea]. www.ipcc.ch.
- [16] JONES, P. D. y MOBERG, A. (2003): «Hemispheric and Large-Scale Surface Air Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update to 2001», *Journal of Climate*, volumen 16, Issue 2, página 219.
- [17] LOMBORG, B. (2005): *El ecologista escéptico*, 2.ª edición, Espasa-Calpe, S.A., Pozuelo de Alarcón (Madrid), páginas 414-415.
- [18] MARÍN, J. M. et al. (2005): «Políticas microeconómicas I», en CUADRADO (coord.): *Política Económica. Elaboración, objetivos e instrumentos*, 3.ª ed., McGraw-Hill, Madrid, páginas 407-408 y 415-435.
- [19] MARÍN, J. M. y GARCÍA-VERDUGO, J. (2003): *Bienes públicos globales, política económica y globalización*, Ariel, Barcelona, páginas 100 y 137.
- [20] MCKITTRICK, R. (coord.) (2007): *Independent Summary for Policymakers IPCC Fourth Assessment Report*, The Fraser Institute, página 5 [en línea]. www.fraserinstitute.org.
- [21] MEINSHAUSEN, M. (2006): «What does a 2 °C Target Mean for Greenhouse Gas Concentrations? A Brief Analysis Based on Multi-gas Emission Pathways and Several Climate Sensitivity Uncertainty Estimates», en H. J. SCHELLNHUBER et al. (eds.), *Avoiding dangerous climate change*, Cambridge University Press, páginas 265-280.
- [22] MURPHY, J. M.; SEXTON, D. M. H. y BARNETT D. N. et al. (2004): «Quantification of Modelling Uncertainties in a Large Ensemble of Climate Change Simulations», *Nature*, 430, páginas 768-772.
- [23] OECD (1972): *Recommendation of the Council on Guiding Principles concerning International Economic Aspects of Environmental Policies* [en línea]. 26 de mayo 1972-C(72)128. <http://www.oilis.oecd.org/horizontal/oecdacts.nsf/Display/E03E70366FEE8BD9C12570880057EA29?OpenDocument>.

[24] OMS (2004): «Death and DALY estimates for 2002 by cause for WHO Member States», en OMS: *Global Burden of Disease Estimates* [en línea]. <http://www.who.int/healthinfo/bodestimates/en/index.html>.

[25] PIERCE, D. W. y TURNER, R. K. (1995): *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Colegio de Economistas-Celeste Ediciones, Madrid, páginas 146.

[26] PRESTON, B. y SMITH, J. B. (2005): «Potential Impacts of Climate Change on the United States», en NCEP: *National Commission on Energy Policy Technical Appendix* [en línea]. <http://www.energycommission.org/site/page.php?node=44>.

[27] STEFFEN, W. (2008): «Working Group 1 Report of the IPCC Fourth Assessment-An editorial», *Global Environmental Change*, volumen 18, Issue 1, febrero, páginas 1-3.

[28] STERN, N. (2006): *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Executive Summary, Cambridge University Press, Cambridge, páginas iii y v, páginas 144, 164 y 239.

[29] WIGLEY, T. M. L. y RAPER, S. C. B. (2001): «Interpretation of High Projections for Global-mean Warming», *Science*, 293, páginas 451-454.

[30] YOHE, G. W. (2007): *Appendix-Testimony on the Stern Review*, página 1. Senate Committee on Committee on Energy and Natural Resources.