
**RESUMEN PARA RESPONSABLES DE POLÍTICAS:
LAS DIMENSIONES ECONÓMICAS Y SOCIALES
DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

GRUPO DE TRABAJO III DEL IPCC

RESUMEN PARA RESPONSABLES DE POLÍTICAS: LAS DIMENSIONES ECONÓMICAS Y SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

El Grupo de Trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue reestructurado en noviembre de 1992 y encargado de realizar “evaluaciones técnicas de los aspectos socioeconómicos de los impactos, la adaptación y la mitigación del cambio climático tanto a corto como a largo plazo y a niveles regional y mundial”. El Grupo de Trabajo III respondió a ese mandato y estipuló en su plan de trabajo que situaría las perspectivas socioeconómicas en el contexto del desarrollo sostenible y, de conformidad con la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), trataría exhaustivamente las opciones de mitigación y adaptación, al mismo tiempo que abarcaría todos los sectores económicos y todas las fuentes relevantes y sumideros de gases de efecto invernadero.

En este informe se evalúan muchas de las publicaciones sobre los aspectos socioeconómicos del cambio climático y se identifican ámbitos en que existe consenso sobre cuestiones esenciales y los aspectos en que subsisten diferencias¹. Los capítulos se han dispuesto de manera que abarquen varias cuestiones esenciales. Primero, se describen los marcos de la evaluación socioeconómica de costos y beneficios de la acción y de la inacción. Se presta especial atención a las posibilidades de aplicar análisis de costo-beneficio, a la incorporación de consideraciones de equidad y sociales, y a las cuestiones de equidad entre generaciones. Segundo, se analizan los beneficios económicos y sociales de la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero y la potenciación de los sumideros. Tercero, se evalúan los costos económicos, sociales y medioambientales de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Luego, se examinan las opciones de respuesta genéricas a la mitigación y a la adaptación, se resumen métodos para estimar los costos y la eficacia de diferentes opciones de respuesta, y se tratan técnicas de evaluación integrada. Por último, el informe ofrece una evaluación económica de los instrumentos de políticas para combatir el cambio climático.

De conformidad con el plan de trabajo aprobado, esta evaluación de los textos socioeconómicos relacionados con el cambio climático se centra en estudios económicos; el material procedente de otras ciencias sociales se encuentra sobre todo en el capítulo en que se tratan las consideraciones de equidad y sociales. El informe es una evaluación de la situación actual del conocimiento — lo que sabemos y lo que no sabemos — y no una prescripción para la aplicación de políticas. Los países pueden utilizar la información contenida en el presente informe para ayudar a tomar las decisiones que crean más apropiadas para sus circunstancias específicas.

2. ÁMBITO DE EVALUACIÓN

El cambio climático plantea al decisor una formidable serie de complicaciones: un considerable número de incertidumbres que

persisten (propias de la complejidad del problema), las posibilidades de daños y costos irreversibles, un horizonte de planificación a muy largo plazo, periodos muy amplios entre las emisiones y los efectos, una extensa variación regional de causas y efectos, el irreducible alcance mundial del problema, y la necesidad de considerar numerosos gases de efecto invernadero y aerosoles. Pero, además, surge otra complicación, porque para proteger eficazmente el sistema climático se requiere la cooperación mundial.

Por otra parte, en las publicaciones figuran varias ideas que pueden ser útiles a los responsables de políticas:

- Los análisis indican que el cambio climático puede abordarse con prudencia merced a una serie de acciones destinadas a la mitigación, la adaptación y la mejora de conocimientos. Esas medidas diferirán según los países. El desafío no estriba en hallar la mejor política hoy para los 100 años próximos, sino en elegir una estrategia prudente y ajustarla periódicamente, habida cuenta de la nueva información.
- Con prontas acciones de mitigación se puede disponer de más flexibilidad para avanzar hacia la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Artículo 2). Al elegir los métodos de reducción hay que equilibrar los riesgos económicos de una rápida reducción ahora (con lo que la retirada prematura de capital será posteriormente innecesaria) y el riesgo correspondiente de la demora (con lo que habrá que proceder luego a una reducción más rápida, para lo que será necesaria la retirada prematura de capital en el futuro).
- En las publicaciones se indica que se dispone de oportunidades “sin pesar”² significativas en la mayoría de los países y que el riesgo del daño neto agregado debido al cambio climático, la consideración de la aversión al riesgo y la aplicación del principio de precaución ofrecen razones para acciones que trascienden las medidas “sin pesar”.

¹ En la Convención Marco sobre el Cambio Climático se define el “cambio climático” como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. La cuestión en cuanto a si esos cambios son potenciales o pueden identificarse ya se analiza en el volumen sobre la ciencia y el cambio climático del segundo informe de evaluación del IPCC.

² Las medidas “sin pesar” son aquellas cuyos beneficios, como menores costos de la energía y menos emisiones locales/regionales de contaminantes, igualan o superan su costo para la sociedad, *excluidos* los beneficios de la mitigación del cambio climático. A veces se denominan “medidas que merece la pena aplicar, de todos modos”.

- El valor de la mejor información sobre los procesos y los impactos del cambio climático y las respuestas de la sociedad a ellos probablemente sea considerable. En particular, en las publicaciones se concede gran valor a la información sobre la sensibilidad del clima a los gases de efecto invernadero y a los aerosoles, la forma en que se producen los daños del cambio climático, y variables como crecimiento económico y tasas de mejora de la eficiencia de energía. También es muy valiosa una mejor información sobre los costos y los beneficios de las medidas de mitigación y adaptación, y la manera en que pueden variar en los decenios venideros.
- Los análisis de las cuestiones económicas y sociales relacionadas con el cambio climático, especialmente en países en desarrollo donde se han efectuado pocos trabajos de esta naturaleza, constituyen una gran prioridad de la investigación. Más generalmente, es preciso realizar investigaciones sobre la evaluación integrada y los análisis de la adopción de decisiones relacionadas con el cambio climático. Además, también es imperativa la investigación para conocer mejor los aspectos económicos de las no linealidades y las nuevas teorías de crecimiento económico. La investigación y el desarrollo relacionados con las tecnologías de eficiencia de energía y las opciones de energía no fósil ofrecen asimismo grandes posibilidades. Por otra parte, se requieren igualmente investigaciones sobre el desarrollo de esquemas de consumo sostenible.

Entre las posibles acciones que los responsables de políticas pueden considerar, con arreglo a los acuerdos internacionales aplicables, para implantar medidas de bajo costo y/o rentables con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para la adaptación al cambio climático figuran las siguientes:

- aplicar medidas de uso eficiente de la energía, como la supresión de obstáculos institucionales a las mejoras de rendimiento energético;
- reducir gradualmente las políticas y prácticas distorsionadoras existentes que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero, como algunas subvenciones y reglamentaciones, la no internalización de los costos ambientales, y distorsiones en los precios del transporte;
- aplicar medidas para pasar de combustibles con emisiones intensas de carbono a combustibles con emisiones de carbono menos intensas o a combustibles sin emisiones de carbono, como las energías renovables;
- aplicar medidas para potenciar los sumideros o reservorios de gases de efecto invernadero, por ejemplo mejorando la gestión forestal y las prácticas de aprovechamiento de la tierra;
- aplicar medidas y elaborar nuevas técnicas para reducir las emisiones de metano, óxido nitroso y otras emisiones de gases de efecto invernadero;
- estimular formas de cooperación internacional para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, como aplicación de impuestos coordinados sobre las emisiones de carbono/consumo de energía, actividades conjuntas, y cuotas negociables;
- fomentar el desarrollo y la aplicación de normas nacionales e internacionales sobre la eficiencia de energía;
- promover acciones voluntarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero;

- fomentar la educación y la formación, aplicar medidas de información y asesoramiento para el desarrollo sostenible y normas de consumo que faciliten la mitigación del cambio climático y la adaptación;
- planificar y aplicar medidas para adaptarse a las consecuencias del cambio climático;
- emprender investigaciones para comprender mejor las causas y los impactos del cambio climático y facilitar una adaptación más eficaz al mismo;
- realizar investigaciones tecnológicas destinadas a minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, debidas a la continua utilización de combustibles fósiles y desarrollar fuentes comerciales de energía no fósil;
- establecer mecanismos institucionales más satisfactorios, como mejores disposiciones sobre seguros, para compartir los riesgos de los daños causados por el cambio climático.

Contribución de la economía

- Las estimaciones de los costos y de los beneficios derivados de la estabilización de *concentraciones* de gases de efecto invernadero son sensibles, entre otras cosas, a la concentración fijada como objetivo, la evolución de las emisiones hasta ese nivel, el tipo de descuento, e hipótesis relacionadas con los costos y la disponibilidad de tecnologías y prácticas.
- A pesar de su uso generalizado en la evaluación de políticas económicas, se reconoce ampliamente que el Producto Interior Bruto es una medida imperfecta del bienestar de la sociedad, en gran parte porque no tiene en cuenta la degradación del medio ambiente y los sistemas naturales. Existen otras metodologías para tratar de tomar en consideración esos valores no relacionados con el mercado y la sostenibilidad social y ecológica. Tales metodologías proporcionarían una indicación más completa de cómo el cambio climático puede influir en la sociedad.
- En vista del carácter correlacionado del sistema económico mundial, las tentativas para mitigar el cambio climático mediante acciones en una región o un sector pueden tener efectos económicos compensadores que podrían aumentar las emisiones de otras regiones y sectores (los denominados escapes). Esos escapes de las emisiones pueden reducirse merced a medidas coordinadas de grupos de países.
- En la literatura se sugiere que las políticas flexibles y rentables basadas en incentivos e instrumentos económicos, así como en instrumentos coordinados, pueden disminuir considerablemente los costos de mitigación o adaptación o bien aumentar la rentabilidad de las medidas para reducir las emisiones.

Consideraciones de equidad

Al considerar los principios y cuestiones de equidad relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero es importante tener en cuenta consideraciones de políticas, en particular los Artículos 3, 4.2 a) y 11.2 de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, el Principio 2 de la Declaración de Río, y los principios generales del derecho internacional.

En los análisis científicos no puede prescribirse el uso que debe hacerse de la equidad al aplicar la Convención Marco sobre el Cambio Climático, pero los análisis pueden aclarar las implicaciones de opciones alternativas y su base ética.

- Los países en desarrollo necesitan apoyo para la creación de capacidad institucional y endógena, de manera que puedan participar más efectivamente en la adopción de decisiones sobre el cambio climático.
- En el análisis de las medidas de mitigación y adaptación es importante considerar los aspectos de eficiencia y equidad. Para los fines del análisis es posible separar la eficiencia de la equidad. Esta separación analítica presupone que existen, o pueden crearse, instituciones eficaces para la redistribución apropiada de los costos del cambio climático, y sólo es válida para fines de políticas en tal caso. Tal vez fuera útil analizar las implicaciones de la equidad de determinadas medidas para lograr la eficacia, incluidas sus consideraciones y efectos sociales.

3. MARCOS DE ADOPCIÓN DE DECISIONES PARA ABORDAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Como el cambio climático es un problema mundial, se necesitan análisis completos sobre la mitigación, la adaptación y las medidas de investigación a fin de determinar la estrategia más eficaz y apropiada para abordar el cambio climático. La adopción internacional de decisiones relacionadas con el cambio climático, según se estipula en la CMCC, es un proceso colectivo en el que la diversidad de intereses, como equidad, protección ecológica, economía, ética, y cuestiones relacionadas con la pobreza, revisten especial significado para las generaciones actuales y futuras. En la economía internacional sobre el medio ambiente, y especialmente en los textos sobre el cambio climático, hasta ahora no se han desarrollado suficientemente las formas de tratar la adopción de decisiones en condiciones de incertidumbre, aversión al riesgo, procesos de desarrollo y difusión de tecnologías, y consideraciones de distribución.

En la adopción de decisiones relacionadas con el cambio climático han de tenerse en cuenta las características *excepcionales* del “problema”: grandes incertidumbres (científicas y económicas), posibles no linealidades e irreversibilidades, distribución asimétrica de impactos geográfica y temporalmente, el larguísimo horizonte de tiempo y la naturaleza global del cambio climático con el potencial asociado de evolución sin control. Además de las incertidumbres científicas (analizadas en el volumen sobre la ciencia y el cambio climático del segundo informe de evaluación del IPCC) y las incertidumbres de impacto (volumen sobre análisis científicos y técnicos de impactos, adaptaciones y mitigación del cambio climático del segundo informe de evaluación del IPCC), las *incertidumbres socioeconómicas* están relacionadas con las estimaciones de cómo esos cambios afectarán a la sociedad humana (incluidos los impactos económicos directos y los más amplios sobre el bienestar) y con las consecuencias socioeconómicas de la reducción de las emisiones.

La otra dimensión que acrecienta las incertidumbres y complica la adopción de decisiones es *geográfica*: el cambio climático es un problema

mundial que abarca una mezcla increíblemente diversa de sociedades humanas, con distintas historias, circunstancias y capacidades. Muchos países en desarrollo se encuentran en climas relativamente cálidos, dependen más de la agricultura, y tienen una infraestructura y estructuras sociales menos desarrolladas, por lo que pueden padecer más que la media, quizá mucho más. En los países desarrollados también puede haber grandes impactos del cambio climático.

En las publicaciones se resalta asimismo que la demora de respuestas es en sí una decisión que entraña costos. En algunos estudios se sugiere que el costo de la demora es reducido, en tanto que en otros se insiste en que los costos pueden incluir la imposición de riesgos a todas las partes (particularmente las más vulnerables), una mayor utilización de la limitada capacidad atmosférica, y posibles aplazamientos de la evolución técnica deseable. En los textos no se refleja ningún consenso.

En razón de la naturaleza mundial del problema — que requiere la acción colectiva de los Estados soberanos — y de las grandes diferencias en las circunstancias de distintas partes se plantean cuestiones de consecuencia y de procedimiento. Las primeras se refieren a los resultados, en tanto que las segundas se refieren a la manera de tomar las decisiones. En relación con el cambio climático, la existencia de un marco jurídico convenido supone un proceso colectivo dentro de un marco negociado (la CMCC). Por lo tanto, la adopción de decisiones puede considerarse en tres categorías diferentes de marcos, cada una de ellas con distintas implicaciones y claros focos: optimización mundial (tratando de hallar el resultado globalmente óptimo), adopción de decisiones de procedimiento (estableciendo y perfeccionando las normas de procedimiento), y adopción colectiva de decisiones (tratando las cuestiones de distribución y los procesos que intervienen en la interacción de numerosos decisores independientes).

La aplicación de los textos sobre adopción de decisiones al cambio climático ofrece elementos que pueden utilizarse en la creación de estrategias colectivas y/o orientadas al mercado para compartir riesgos y obtener beneficios mutuos. En ellas se sugiere que las acciones sean secuenciales (distribuidas temporalmente), que los países apliquen una serie de medidas de mitigación, adaptación e investigación, y que ajusten continuamente esa serie de medidas teniendo presentes los nuevos conocimientos. Puede considerarse que las posibilidades de transferencia de recursos financieros y de tecnología a países en desarrollo forman parte de todo marco analítico completo.

Los elementos de una estrategia relacionada con el mercado conciernen a los *seguros y mercados de riesgo*. El riesgo mancomunado no cambia el riesgo, pero puede mejorar la eficiencia económica y el bienestar. Aunque no existe un seguro capaz de compartir los riesgos del cambio climático a nivel mundial, una de las importantes ventajas potenciales de la cooperación en un marco colectivo, como la Convención Marco sobre el Cambio Climático, es la distribución del riesgo. Es difícil crear un sistema de seguros para cubrir los riesgos del cambio climático,³ y la comunidad internacional todavía no ha establecido esos instrumentos sofisticados. Sin embargo, esto no

³ Sin conocer el grado de los posibles impactos, no se conoce la capacidad de los mercados privados para asegurar contra pérdidas asociadas al cambio climático.

impide que en la futura acción internacional se establezcan mercados de seguros suficientes para algunas necesidades internacionales.

4. CONSIDERACIONES DE EQUIDAD Y SOCIALES

Las consideraciones de equidad son un aspecto importante de la política del cambio climático y de la Convención. En el lenguaje común, por equidad se entiende “la calidad de ser imparcial” o “algo cabal y justo”. La CMCC, además de las referencias a equidad y equitativo en los Artículos 3.1, 4.2 a) y 11.2, ofrece el contexto para esfuerzos con el fin de aplicar la equidad en aras de los propósitos y el objetivo de la Convención. También puede servir de orientación el derecho internacional, incluidas las decisiones pertinentes de la Corte Internacional de Justicia.

Varios principios éticos, como la importancia de atender las necesidades fundamentales de la población, pueden ser pertinentes para abordar el cambio climático, pero la aplicación a las relaciones entre Estados de principios desarrollados originalmente para orientar el comportamiento individual es compleja y nada sencilla. Las políticas sobre el cambio climático no deben agravar las disparidades existentes entre una región y otra, ni tratar de resolver todos los problemas de equidad.

La equidad entraña cuestiones de procedimiento y de consecuencia. Las de procedimiento se refieren a cómo se toman las decisiones, en tanto que las de consecuencia se refieren a los resultados. Para ser eficaces y promover la cooperación, los acuerdos han de considerarse legítimos, y la equidad es un elemento importante para conseguir la legitimidad.

La equidad de procedimiento abarca cuestiones de proceso y participación. Requiere que todas las partes puedan participar efectivamente en negociaciones internacionales relacionadas con el cambio climático. Las medidas apropiadas para que los países en desarrollo puedan participar efectivamente en negociaciones aumentan las perspectivas de alcanzar acuerdos eficaces, duraderos y equitativos acerca de la mejor manera de abordar la amenaza del cambio climático. Las preocupaciones por la equidad y los impactos sociales señalan la necesidad de establecer capacidades endógenas y de reforzar capacidades institucionales, particularmente en países en desarrollo, para tomar y aplicar decisiones colectivas en forma legítima y equitativa.

La equidad de consecuencia tiene dos componentes: la distribución de los costos de daños o adaptación y de medidas para mitigar el cambio climático. Como hay sustanciales diferencias entre los países en cuanto a vulnerabilidad, riqueza, capacidad, dotación de recursos, y otros factores que se enumeran a continuación, los costos de los daños, la adaptación y la mitigación pueden soportarse en forma poco equitativa, a menos que se aborde explícitamente la distribución de esos costos.

El cambio climático probablemente imponga costos a las generaciones futuras y a regiones donde se producen daños, incluidas regiones con

bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Los impactos del cambio climático se distribuirán de manera desigual.

La Convención reconoce en el Artículo 3.1 el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. Las acciones que trascienden las medidas “sin pesar” imponen costos a la generación actual. Las políticas de mitigación plantean inevitablemente cuestiones sobre cómo compartir los costos. Las intenciones iniciales para la limitación de las emisiones de las Partes del Anexo I representan un primer paso colectivo y convenido de esas partes para abordar el cambio climático.

Los argumentos sobre la equidad pueden apoyar una diversidad de propuestas para distribuir los costos de mitigación. La mayoría de ellas se agrupan en dos enfoques principales: iguales asignaciones a las emisiones per cápita y asignaciones basadas en desviaciones incrementales de las emisiones nacionales de referencia (actuales o previstas). En algunas propuestas se combinan ambos enfoques, en un esfuerzo por incorporar las preocupaciones de equidad no abordadas, por basarse exclusivamente en uno u otro enfoque. El IPCC puede aclarar científicamente las implicaciones de diferentes enfoques y propuestas, pero la elección de determinadas propuestas es un juicio político.

Entre países desarrollados y en desarrollo hay sustanciales variaciones en cuanto a la aplicación de principios de equidad a la mitigación. Entre ellas figuran variaciones de emisiones históricas y acumulativas, emisiones actuales totales y per cápita, intensidades de las emisiones y resultado económico, y factores como riqueza, estructuras energéticas y dotación de recursos. Escasea la literatura sobre las implicaciones de equidad de esas variaciones entre países desarrollados y en desarrollo.

Además, las consecuencias del cambio climático para los países en desarrollo difieren con respecto a los países desarrollados. Los primeros tienen a menudo prioridades urgentes diferentes, instituciones más débiles, y son en general más vulnerables al cambio climático. Sin embargo, es probable que el porcentaje de las emisiones globales por parte de los países en desarrollo crezca todavía más para atender sus necesidades sociales y de desarrollo. Y es probable que las emisiones de gases de efecto invernadero sean cada vez más globales, aunque subsistan al mismo tiempo grandes disparidades per cápita.

En el análisis de las medidas de mitigación y adaptación es importante considerar las preocupaciones por la eficiencia y la equidad. Quizá convenga efectuar análisis de las implicaciones de equidad de determinadas medidas para lograr eficiencia, incluidas sus consideraciones y consecuencias sociales.

5. EQUIDAD INTERTEMPORAL Y DESCUENTO

La política sobre el clima, como muchos otros asuntos de política, plantea particulares cuestiones de equidad entre generaciones, porque las generaciones futuras no pueden influir directamente en las políticas elegidas hoy que posiblemente afecten a su bienestar, y

porque tal vez no sea posible compensar a esas generaciones por la disminución consiguiente de su bienestar.

El desarrollo sostenible es un planteamiento de equidad intergeneracional. Atiende las “necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para responder a las suyas propias”.⁴ Existe consenso entre economistas en que esto no supone que las futuras generaciones deban heredar un mundo con la misma cantidad al menos de cada recurso. Pero el desarrollo sostenible exigiría la compensación adecuada por el uso de recursos naturales agotables y la degradación del medio ambiente, por ejemplo, aumentando los bienes productivos suficientemente para que las futuras generaciones tengan en todo caso el mismo nivel de vida que en la actualidad. En la literatura difieren las opiniones sobre el grado en que la infraestructura y los conocimientos, por una parte, y los recursos naturales, como un medio ambiente sano, por otra, pueden intercambiarse. Esto es esencial para aplicar tales conceptos. Algunos analistas destacan que determinados recursos abordables son únicos y no pueden sustituirse. Otros creen que las generaciones actuales pueden compensar a las futuras por la disminución de la calidad o la cantidad de recursos ambientales mediante incrementos en otros recursos.

El descuento es el principal instrumento analítico que utilizan los economistas para comparar efectos económicos que se producen en distintos momentos. La elección del tipo de descuento tiene fundamental importancia técnica en los análisis de política sobre el cambio climático, porque el horizonte de tiempo es sumamente largo, y los costos de mitigación suelen llegar mucho antes que los beneficios de los daños evitados. Cuanto más alto es el tipo de descuento, menores serán los beneficios futuros y más importancia tendrán los costos corrientes en el análisis.

La elección de un tipo de descuento social es también una cuestión de valores, puesto que relaciona inherentemente los costos de medidas actuales con posibles daños sufridos por generaciones futuras, si no se toman medidas.⁵ Una cuestión pendiente en economía, y que probablemente subsista, es la mejor manera de elegir un tipo de descuento. En parte como consecuencia, en los diversos países se utilizan tipos de descuento distintos. Los analistas proceden normalmente a estudios de sensibilidad utilizando diversos tipos de descuento. Por lo demás, debe reconocerse que el tipo de descuento social presupone que todos los efectos se transforman en su equivalente en consumo. Esto dificulta la aplicación de aquellos impactos del cambio climático no relacionados con el mercado que —por razones éticas— pueden o —por razones prácticas— no pueden convertirse en unidades de consumo.

La literatura sobre el tipo de descuento social apropiado para los análisis del cambio climático puede agruparse en dos grandes categorías: en un planteamiento se descuenta el consumo de diferentes generaciones utilizando la “tasa social de preferencia temporal”, que es la suma de la tasa de “preferencia temporal pura” (impaciencia) y de la tasa de aumento de bienestar derivada de mayores ingresos per cápita en el futuro. Según los valores tomados para los diferentes parámetros, el tipo de descuento tiende a caer entre el 0,5% y el 3,0% anual sobre una base global, utilizando este planteamiento. Sin

embargo, existen amplias variaciones en los tipos de descuento regionales, pero pueden seguir siendo coherentes con determinado promedio mundial.

En el segundo planteamiento del tipo de descuento se consideran la rentabilidad de las inversiones en el mercado, que varían entre 3% y 6% en términos reales para las inversiones públicas a largo plazo, sin riesgo. Conceptualmente, pueden invertirse fondos en proyectos que generan tales rendimientos, empleándose el beneficio para aumentar el consumo de las generaciones futuras.

La elección del tipo de descuento social para proyectos de inversión pública es cuestión de preferencia de política, pero influye también notablemente en la evaluación económica de las acciones del cambio climático.⁶ Por ejemplo, en dólares actuales, 1 000 \$ de daños dentro de 100 años equivaldrían a 370 \$ utilizando un tipo de descuento de 1% (cerca del extremo inferior de la gama del primer planteamiento), pero se valorarían en 7,60 \$ utilizando un tipo de descuento de 5% (cerca del extremo superior de la gama del segundo planteamiento). Ahora bien, en los análisis de rentabilidad de políticas en horizontes a corto plazo, el efecto de utilizar tipos de descuento diferentes es mucho menor. En todos los sectores, los analistas deben especificar el tipo o tipos de descuento que emplean para facilitar la comparación y la agregación de resultados.

6. APLICABILIDAD DE LAS EVALUACIONES DE COSTO Y DE BENEFICIO

Al evaluar proyectos y cuestiones de política pública relacionados con el cambio climático, incluido el análisis de posibles costos y beneficios, deben tomarse en consideración numerosos factores. Si bien no todos los costos y beneficios pueden medirse en términos monetarios, existen diversas técnicas que ofrecen un marco útil para organizar información sobre las consecuencias de acciones alternativas para abordar el cambio climático.

Entre las técnicas analíticas para examinar las políticas y decisiones económicas sobre el medio ambiente figuran análisis tradicionales de costo-beneficio a nivel de proyectos, análisis de rentabilidad, análisis de criterios múltiples y análisis de decisión. En los análisis tradicionales de costo-beneficio se trata de comparar todos los costos y beneficios expresados en términos de una unidad monetaria común. En los análisis de rentabilidad se trata de hallar la opción menos costosa para lograr un objetivo especificado, utilizando otros criterios. Los análisis de criterios múltiples están concebidos para abordar problemas en que algunos beneficios y/o costos se miden en

⁴ Una noción conexa (algo más fuerte) es que cada generación tiene derecho a heredar un planeta y una base de recursos culturales al menos tan buenos como los de las generaciones anteriores.

⁵ Un tipo de descuento social es un tipo de descuento apropiado para uso de los gobiernos al evaluar la política pública.

⁶ A pesar de las diferencias en el valor y el tipo de descuento, las políticas desarrolladas sobre la base de los dos planteamientos pueden conducir a resultados similares.

unidades no monetarias. Los análisis de decisión se centran concretamente en la adopción de decisiones con incertidumbre.

En principio, este grupo de técnicas puede contribuir a mejorar las decisiones sobre política pública en relación con el grado deseable de las acciones para mitigar el cambio climático global, el momento de esas acciones, y los métodos que han de aplicarse.

El análisis de costo–beneficio tradicional se basa en el concepto de que el nivel de control de las emisiones en cada momento está determinado de manera que los costos marginales sean iguales a los beneficios marginales. Sin embargo, podría ser difícil, y a veces imposible, evaluar tanto los costos como los beneficios. Esto se puede deber a grandes incertidumbres, a posibles catástrofes con probabilidades muy pequeñas, o simplemente a que no se dispone de métodos coherentes para monetizar los efectos. En algunos de esos casos, tal vez puedan aplicarse análisis de criterios múltiples. Esto ofrece a los responsables de políticas una serie más amplia de información, incluida la evaluación de los costos y beneficios pertinentes, estimados en un marco común.

La aplicación práctica de análisis de costo–beneficio tradicionales al problema del cambio climático es, pues, difícil, debido a la naturaleza mundial, regional e intergeneracional del problema. Las estimaciones de los costos de las opciones de mitigación pueden variar también ampliamente. Además, las estimaciones de los posibles daños físicos debidos al cambio climático varían igualmente mucho. Por otro lado, la confianza en las estimaciones monetarias de importantes consecuencias (especialmente no relacionadas con el mercado) es reducida. Estas incertidumbres, y la resolución de la incertidumbre en el tiempo, pueden ser decisivas al elegir estrategias para combatir el cambio climático. El objetivo del análisis de decisiones es tratar tales problemas. Sin olvidar que, para algunas categorías de impactos ecológicos, culturales y de salud humana, no se dispone de conceptos económicos de valor ampliamente aceptados. En el grado en que no pueden valorarse en términos monetarios algunos impactos y medidas, los economistas mejoran el planteamiento del análisis tradicional de costo–beneficio con técnicas como análisis de criterios múltiples, que permiten alguna expresión cuantitativa de las compensaciones que habrán de hacerse. Estas técnicas no resuelven cuestiones en que interviene la equidad; por ejemplo, determinando quién debe soportar los costos. Pero proporcionan importante información acerca de la incidencia del daño, la mitigación y los costos de adaptación, y dónde pueden aplicarse acciones rentables.

A pesar de numerosas imperfecciones, estas técnicas proporcionan un marco valioso para identificar cuestiones esenciales, que han de afrontar los responsables de políticas al tratar del cambio climático, a saber:

- ¿Cuánto deben reducirse las emisiones de gases de efecto invernadero?
- ¿Cuándo deben reducirse las emisiones?
- ¿Cómo deben reducirse las emisiones?

Estas técnicas analíticas ayudan a los decisores a comparar las consecuencias de acciones alternativas, incluidas las de la inacción, sobre

una base cuantitativa, y pueden contribuir sin duda a la resolución de estas cuestiones.

7. LOS COSTOS SOCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO ANTROPÓGENO: DAÑOS DEBIDOS AL AUMENTO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La literatura sobre el asunto tratado en esta sección es controvertida y se basa principalmente en investigaciones realizadas en países desarrollados, extrapoladas con frecuencia a países en desarrollo. No existe consenso sobre cómo asignar un valor económico estadístico a la vida, ni cómo agregar estos valores entre países.⁷ La valoración monetaria no debe eclipsar las consecuencias humanas de los daños antropógenos del cambio climático, porque la vida tiene más importancia que la valoración monetaria. Procede señalar que en la Declaración de Río y en el Programa 21 se pide que los seres humanos sigan constituyendo el centro del desarrollo sostenible. El método adoptado para esta valoración puede influir en las estrategias de reducción de la escala de daños. Debe señalarse que prácticamente en todos los textos considerados en esta sección las vidas estadísticas en los países en desarrollo no se han valorado igual que en los países desarrollados, ni se ha dado a otros daños en los países en desarrollo el mismo valor que en los desarrollados. Como las circunstancias nacionales, incluidos los costos de oportunidad, difieren, los economistas evalúan a veces ciertas clases de impacto de diferente forma entre los países.

Los beneficios de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y de mejorar los sumideros son: *a)* la evitación de daños debidos al cambio climático, y *b)* los beneficios secundarios asociados con las políticas pertinentes. Los beneficios secundarios comprenden reducciones en otros contaminantes producidos junto con gases de efecto invernadero y la conservación de la diversidad biológica. Los daños netos del cambio climático comprenden impactos relacionados y no relacionados con el mercado, en la medida en que pueden cuantificarse actualmente y, en ocasiones, los costos de adaptación. Los daños se expresan en términos netos para tener en cuenta que también hay algunos impactos benéficos del calentamiento global, dominados empero por los costos de los daños. Los impactos no relacionados con el mercado, como salud humana, riesgo de mortalidad humana, y daño a los ecosistemas, constituyen un componente importante de las estimaciones disponibles de los costos sociales del cambio climático. En la literatura sobre la valoración monetaria de esos efectos no relacionados con el mercado se reflejan puntos de vista y planteamientos divergentes. Sin embargo, las estimaciones de los daños no relacionados con el mercado son sumamente especulativas e incompletas.

Las estimaciones de daños no relacionados con el mercado son fuente de importantes incertidumbres al evaluar las consecuencias del cambio climático global para el bienestar humano. En tanto que unos consideran la valoración monetaria de esos impactos esencial

⁷ El valor de la vida estadística se define como el valor que se asigna a un cambio en el peligro de muerte entre la población.

para una buena adopción de decisiones, otros rechazan la valoración monetaria de algunos impactos, como el riesgo de mortalidad humana, por razones éticas. Además, existe el peligro de que puedan quedar totalmente destruidas culturas únicas. Esto no es algo que pueda considerarse en términos monetarios, pero se convierte en una cuestión de pérdida de diversidad humana, para la que no disponemos de indicadores que permitan medir el valor económico.

En los textos analizados figuran sólo algunas estimaciones de daños monetizados relacionados con escenarios de concentración equivalente de CO₂ duplicada. Estas estimaciones se agregan a escala global e ilustran los posibles impactos del cambio climático en escenarios seleccionados. La agregación de distintos daños monetizados para obtener impactos de bienestar social totales conlleva difíciles decisiones sobre la equidad entre países. Las estimaciones mundiales se basan en la agregación de daños monetarios entre países (daños que son en sí agregaciones implícitas entre individuos) que refleja diferencias de riqueza e ingresos entre países, lo cual influye fundamentalmente en la valoración monetaria de los daños. Dar por sentado diferencias de ingresos supone que un impacto equivalente en dos países (como el mismo incremento de la mortalidad humana) recibiría ponderaciones muy diferentes en los cálculos de los daños globales.

Para poder elegir entre distintas formas de fomentar el bienestar humano sobre una base coherente, los economistas tratan de expresar, desde hace muchos años, una amplia gama de impactos humanos y ambientales en términos de equivalentes monetarios, utilizando diversas técnicas. La más común de ellas es un planteamiento basado en la disposición observada a pagar por diversos beneficios no relacionados con el mercado.⁸ Este es el enfoque adoptado en la mayoría de los textos evaluados.

La vida humana es un elemento ajeno al mercado, y las sociedades pueden desear preservarla en un modo igualitario. Un método que comprenda la valoración igualitaria de los impactos sobre la vida humana dondequiera que ocurran puede producir diferentes estimaciones de agregación global de las señaladas a continuación. Por ejemplo, la igualación del valor de una vida estadística a una media global puede dejar sin variación el daño global total, pero aumentaría notablemente la parte de esos daños soportados por el mundo en desarrollo. La igualación del valor al nivel típico en países desarrollados aumentaría los daños monetizados varias veces, e incrementaría aún más la parte de los países en desarrollo en la estimación del daño total.

Pueden utilizarse otros métodos de agregación para ajustar las diferencias en la riqueza o los ingresos de los países en los cálculos de daños monetarios. Como las estimaciones del daño monetario tienden a ser un porcentaje más alto del PIB nacional para los países de baja renta que para los de alta renta, se espera que los sistemas de agregación que se ajustan a efectos de riqueza o de ingresos produzcan estimaciones más altas de los daños globales que las presentadas en este informe.

Los textos analizados en que se cuantifican los daños totales del calentamiento de 2-3°C proporcionan una amplia gama de estimaciones puntuales de los daños, en vista del presunto cambio en las

concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Las estimaciones acumuladas tienden a ser varios puntos porcentuales del PIB mundial, que son, en general, estimaciones considerablemente más altas de daños a países en desarrollo como parte de su PIB. Las estimaciones acumuladas están sometidas a considerable incertidumbre, pero la gama de incertidumbre no puede deducirse de la literatura sobre el tema. No es posible interpretar la gama de estimaciones como intervalo de confianza, en vista de que las hipótesis y las metodologías difieren ampliamente en los estudios. Como ya se ha señalado, la agregación probablemente encubra incluso mayores incertidumbres sobre los componentes del daño.

Entre los planteamientos regionales o sectoriales para estimar las consecuencias del cambio climático figura una gama mucho más amplia de estimaciones de los efectos económicos netos. Para algunas áreas, los daños estimados son considerablemente mayores, y podrían afectar negativamente al desarrollo económico. Para otros, se estima que el cambio climático aumentará la producción económica y ofrecerá oportunidades de desarrollo económico. Para los países que tienen en general una economía industrial y diversificada y una mano de obra instruida y flexible, la limitada serie de estimaciones publicadas de daños son del orden de uno a pocos puntos del PIB. Para los países que cuentan en general con una economía especializada y basada en recursos naturales (por ejemplo, los que insisten mucho en la agricultura o la silvicultura) y una fuerza de trabajo deficientemente desarrollada y vinculada a la tierra, las estimaciones de los daños en los pocos estudios de que se dispone son varias veces mayores. Las islas pequeñas y las zonas costeras bajas son particularmente vulnerables. En estas estimaciones no se reflejan los daños debidos a posibles catástrofes en gran escala, como importantes cambios en la circulación oceánica. Hay poco acuerdo entre estudios sobre la magnitud exacta de cada categoría de daños o la clasificación relativa de las categorías de daños.⁹ Se espera que los cambios climáticos de esta magnitud no se hagan realidad en varios decenios, y entre tanto los daños podrían ser menores. En un periodo de tiempo más largo, los daños podrían ser mayores.¹⁰

El IPCC no refrenda ninguna gama particular de valores del daño marginal de las emisiones de CO₂, pero las estimaciones publicadas varían entre 5 \$ y 125 \$ (EE.UU., 1990) por tonelada de carbono emitida en la actualidad. Esta gama de estimaciones no representa la gama completa de incertidumbre. Las estimaciones se basan igualmente en modelos que siguen siendo simplistas, son representaciones

⁸ El concepto de disposición a pagar indica, sobre la base de deseos expresados, de los recursos disponibles y de la información, las preferencias de un ser humano en un momento dado. Los valores pueden cambiar con el tiempo. También se han avanzado otros conceptos (como la disposición a aceptar indemnización por daños), pero no aplicados todavía ampliamente, en la literatura, y la interpretación y aplicación de la disposición a pagar y otros conceptos sobre el problema del clima pueden evolucionar.

⁹ En razón del tiempo transcurrido entre conclusiones en las ciencias naturales, su uso en la determinación de los posibles impactos físicos y biológicos, y la subsiguiente incorporación en análisis económicos del cambio climático, las estimaciones de los daños originados por el cambio climático se basan principalmente en los resultados científicos de los informes del IPCC de 1990 y 1992.

¹⁰ Véase el volumen sobre análisis científicos y técnicos de impactos, adaptaciones y mitigación del cambio climático del segundo informe de evaluación del IPCC.

limitadas de los procesos del clima real actuales, y se basan en informes científicos del IPCC anteriores. La amplia gama de estimaciones de los daños refleja las variaciones en los escenarios de los modelos, los tipos de descuento y otras hipótesis. Debe destacarse que las estimaciones de los costos sociales tienen una amplia gama de incertidumbre, debido al limitado conocimiento de los impactos, a la incierta evolución tecnológica y socioeconómica en el futuro, y a la posibilidad de fenómenos catastróficos o sorpresas.

8. EVALUACIÓN GENÉRICA DE LAS ESTRATEGIAS DE RESPUESTA

Se dispone de una amplia serie de tecnologías y prácticas para mitigar las emisiones de dióxido de carbono, metano, óxido nítrico y otros gases de efecto invernadero. También existen muchas medidas de adaptación para responder a los impactos del cambio climático. Todas estas tecnologías, prácticas y medidas tienen costos financieros y ambientales, así como beneficios. En esta sección se analiza la gama de opciones de que se dispone actualmente o tratada en la literatura. La combinación óptima de opciones de respuesta variará según los países y con el tiempo, pues las condiciones locales y los costos cambian.

El examen de las opciones de mitigación de CO₂ sugiere que:

- En numerosos sectores existen grandes posibilidades de **conservación de energía y mejoras de eficiencia** rentables en el suministro y utilización de la energía. Tales opciones ofrecen beneficios económicos y ambientales, además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Varias de ellas pueden aplicarse rápidamente, en razón de su pequeño tamaño unitario, de las características de diseño modular y de los bajos costos durante su vida útil. Las opciones de la **mitigación de CO₂ en el uso de la energía** comprenden métodos alternativos y mejoras de eficiencia, entre otros en los sectores de construcción, vivienda, comercio, agricultura e industria. No todas las estrategias rentables se basan en nuevas tecnologías; algunas pueden basarse en la mejor difusión de la información y la educación del público, estrategias de gestión, políticas de determinación de precios y reformas institucionales.
- Las estimaciones de las posibilidades técnicas de pasar a **combustibles con menos intensidad de carbono** varían regionalmente y con el tipo de medida y la disponibilidad económica de reservas de combustibles fósiles y alternativos. En estas estimaciones se tienen también en cuenta las emisiones de potenciales de metano procedentes de los escapes de gas natural durante la producción y la distribución.
- **En las tecnologías de las energías renovables** (por ejemplo, solar, hidroeléctrica, eólica, biomasa tradicional y moderna, y conversión de energía térmica oceánica) se han logrado diferentes niveles de desarrollo técnico, madurez económica y disponibilidad comercial. Las posibilidades de estas fuentes de energía no se comprenden plenamente. Las estimaciones de los costos de estas tecnologías son sensibles a las características propias del lugar, la variabilidad de recursos y la forma de energía final suministrada. Estas estimaciones de los costos varían considerablemente.

- **La energía nuclear**¹¹ es una tecnología implantada desde hace varios decenios en muchos países. Sin embargo, diversos factores han frenado la expansión de la energía nuclear, como: a) la percepción aprensiva por el público como consecuencia de accidentes nucleares, y b) no haberse resuelto aún plenamente cuestiones relacionadas con la seguridad de los reactores, la proliferación de material fisible, la desmantelación de centrales de energía, y la eliminación a largo plazo de desechos nucleares, así como, en algunos casos, una demanda de electricidad menor de la prevista. A causa de dificultades de reglamentación y emplazamiento han aumentado los tiempos de construcción, lo cual ha supuesto costos de capital más elevados de esta opción en algunos países. Si pueden resolverse estos problemas, incluidos, entre otros, los aspectos sociales, políticos y ambientales mencionados, la parte de la energía nuclear en la producción mundial de energía puede aumentar.
- **La captura y eliminación de CO₂** podría estar limitada, en última instancia, por razones técnicas y ambientales, porque no todas las formas de eliminación garantizan que el carbono no vuelva a entrar en la atmósfera.
- Las opciones de la **silvicultura** ofrecen, en algunos casos, grandes posibilidades, costos modestos, poco riesgo y otras ventajas. Además, las posibilidades del uso moderno de la biomasa como fuente de combustible y electricidad podrían resultar atractivas. Entre las opciones rentables para reducir la acumulación de CO₂ en la atmósfera figuran la detención o disminución de la deforestación y el aumento de la reforestación mediante más programas de productividad silvícola y gestión sostenible que incrementen la productividad agrícola, la expansión de las reservas forestales y el fomento del turismo ecológico. Los programas de silvicultura plantean importantes consideraciones de equidad.¹²

También se dispone de una amplia gama de tecnologías y prácticas para reducir las emisiones de **metano** de fuentes como sistemas de gas natural, minas de carbón, vertederos de residuos y granjas. Sin embargo, la cuestión de la reducción de las emisiones relacionadas con el suministro de alimentos puede suponer compensaciones con tasas de producción alimentaria. Estas compensaciones deben evaluarse minuciosamente, ya que pueden influir en la satisfacción de las necesidades básicas en algunas naciones, en particular países en desarrollo.

La mayoría de las emisiones de **óxido nítrico** proceden de fuentes difusas relacionadas con la agricultura y la silvicultura. Es difícil reducir rápidamente esas emisiones. Las emisiones industriales de **óxido nítrico y compuestos halogenados** tienden a concentrarse en unos cuantos sectores claves y a que su control sea más fácil. Las medidas para limitar tales emisiones pueden resultar atractivas en muchos países.

La lenta aplicación de numerosas opciones tecnológicamente atractivas y rentables enumeradas anteriormente tiene muchas expli-

¹¹ *Ibidem*.

¹² Estos se tratan en la Sección 4 anterior y en el volumen sobre las dimensiones económicas y sociales del cambio climático, del segundo informe de evaluación del IPCC.

caciones posibles, siendo uno de los principales factores el costo real y percibido. Entre otros factores, la disponibilidad de capital, las deficiencias de información, los obstáculos institucionales y las imperfecciones del mercado influyen en el ritmo de difusión de esas tecnologías. Una condición previa para concebir políticas adecuadas y eficientes que estimulen su más amplia adopción es conocer las razones específicas de un país.

La educación y la formación, así como la información y las medidas de asesoramiento, son importantes aspectos de las diversas opciones de respuesta.

Muchas de las tecnologías y prácticas para la reducción de las emisiones descritas proporcionan además otros beneficios a la sociedad. Entre ellos figuran una mejor calidad del aire, la mejor protección de las aguas superficiales y subterráneas, más productividad animal, menos riesgos de explosiones e incendios, y mejor utilización de los recursos de energía.

También se dispone de numerosas opciones para **adaptarse** a los impactos del cambio climático y reducir así los daños a las economías nacionales y a los ecosistemas naturales. Hay opciones adaptables en muchos sectores, que van desde la agricultura y la energía hasta la salud, la gestión de zonas costeras, la pesca en alta mar y las actividades recreativas. Algunas de ellas ofrecen mejores posibilidades para hacer frente a los impactos actuales de la variabilidad del clima. Sin embargo, es importante considerar en las investigaciones futuras las posibles compensaciones entre la aplicación de medidas de mitigación y adaptación. En el Segundo informe del IPCC se presenta un resumen de opciones sectoriales para la adaptación.

La estrategia de respuesta óptima de cada país dependerá de las circunstancias y de las condiciones especiales que deba afrontar. No obstante, en numerosos estudios y observaciones empíricas recientes se sugiere que algunas de las opciones más rentables pueden aplicarse con gran éxito si las naciones actúan conjuntamente o en cooperación.

9. COSTOS DE LAS OPCIONES DE RESPUESTA

Debe resaltarse que el texto de esta sección es una evaluación de las publicaciones técnicas; no se formulan recomendaciones sobre cuestiones políticas. La literatura de que se dispone procede principalmente de países desarrollados.

Conceptos de costo

Desde la perspectiva de esta sección sobre la evaluación de los costos de mitigación o de adaptación, lo que importa es el costo neto (costo total menos beneficios y costos secundarios). Los costos netos excluyen los costos sociales del cambio climático, que se tratan en la Sección 7. En los textos analizados se produce una gama muy amplia de estimaciones de los costos de las opciones de respuesta. Esa gama refleja en gran medida notables diferencias en las hipótesis sobre la eficiencia de energía y otros mercados, y sobre la capacidad de las

instituciones estatales para hacer frente a los fallos o las imperfecciones percibidos del mercado.

Las medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero pueden generar impactos económicos adicionales (por ejemplo, por factores tecnológicos externos asociados con el fomento de programas de investigación y desarrollo) y/o impactos ambientales (como las menores emisiones precursoras de lluvia ácida y de smog urbano). Los estudios indican que los beneficios ambientales secundarios pueden ser sustanciales, pero que probablemente difieran de un país a otro.

Resultados específicos

Las estimaciones del costo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero dependen muchísimo de los supuestos sobre los niveles de mejoras de la eficiencia de energía en el escenario de referencia (es decir, a falta de política sobre el clima) y de una amplia variedad de factores como los patrones del consumo, la disponibilidad de recursos y de tecnología, el nivel y el momento deseado de la reducción, y la elección de instrumentos de política. Los responsables de políticas no deben confiar excesivamente en los resultados numéricos específicos de cualquier análisis. Por ejemplo, los análisis sobre costos de mitigación revelan los costos de la mitigación con relación a determinada referencia, pero no debe interpretarse que la referencia o los escenarios de intervención son representativos de probables condiciones futuras. En lo que procede centrarse es en las ideas generales sobre los principales determinantes de los costos.

Los costos de estabilizar las concentraciones en la atmósfera de gases de efecto invernadero a niveles y en un período que impidan la interferencia antropógena peligrosa en el sistema climático (objetivo último de la CMCC) dependerán fundamentalmente de la elección de la evolución temporal de las emisiones. En el costo del programa de reducción influirán el ritmo de sustitución de capital, el tipo de descuento y el efecto de la investigación y el desarrollo.

Si no se adoptan políticas cuanto antes para estimular las inversiones de sustitución eficientes al final de la vida económica de un sistema o equipo productivo (es decir, en el momento de rotación del capital) se impondrá un costo económico a la sociedad. La aplicación de reducciones de las emisiones en proporciones que puedan absorberse durante la rotación normal del capital probablemente sea una medida más económica que aplicar ahora una retirada prematura.

La elección de procedimientos de reducción entraña, pues, un equilibrio entre los riesgos económicos de una rápida reducción ahora (con lo que la retirada prematura de capital será posteriormente innecesaria) y el riesgo correspondiente de la demora (con lo que habrá que proceder luego a una reducción más rápida, para lo que será necesaria una retirada prematura de capital en el futuro).

Para que los productores y los consumidores puedan adaptar la rentabilidad a condicionamientos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y para estimular la investigación y el desarrollo se requieren señales apropiadas de larga duración. Los beneficios asociados con la

aplicación de cualquier política “sin pesar” compensarán, al menos en parte, los costos de una serie completa de medidas de mitigación. De esta manera se dispondrá también de más tiempo para conocer los riesgos climáticos e introducir en el mercado nuevas tecnologías.

A pesar de considerables diferencias de opiniones, se coincide en que en los dos o tres próximos decenios podrán realizarse ganancias de rendimiento energético tal vez del 10% al 30% por encima de la referencia con un costo neto nulo o negativo. (Por costo neto se entiende un beneficio económico.) Con horizontes temporales más largos, que permitan una rotación más completa de capital y ofrezcan la posibilidad de que las políticas de investigación y desarrollo y transformación del mercado influyan en ciclos de sustitución múltiples, tales posibilidades son mucho mayores. La magnitud de estas posibilidades “sin pesar” depende de la existencia de sustanciales imperfecciones del mercado o institucionales que impiden la aplicación de medidas rentables para reducir las emisiones. La principal cuestión es, pues, el grado en que esas imperfecciones y obstáculos pueden superarse de manera rentable mediante iniciativas políticas como normas de eficiencia, incentivos, supresión de subvenciones, programas de información, y financiación de la transferencia de tecnología.

En varios países se han realizado progresos en la reducción rentable de imperfecciones y obstáculos institucionales en los mercados merced a instrumentos de políticas basados en acuerdos voluntarios, incentivos de eficiencia de energía, normas sobre la eficiencia de productos y programas de adquisiciones que, involucrando a los fabricantes, consigan la eficiencia energética, además de reformas en la reglamentación de los servicios públicos. En las evaluaciones empíricas, muchos han observado que la relación costo-beneficio de aumentar la eficiencia de la energía es favorable, lo que sugiere la viabilidad práctica de realizar potenciales “sin pesar” a un costo neto negativo. Pero se necesita más información sobre programas similares y mejores en un mayor número de países.

Las decisiones sobre infraestructura tienen gran importancia al determinar las emisiones a largo plazo y los costos de reducción, porque pueden mejorar o limitar el número y el tipo de opciones futuras. Las decisiones sobre infraestructura determinan las pautas de desarrollo en el transporte, los asentamientos urbanos, el uso de la tierra e influyen en el desarrollo del sistema energético y en el régimen de la deforestación. Esta cuestión reviste particular importancia para los países en desarrollo y muchas economías en transición, donde habrán de tomarse en un futuro próximo importantes decisiones sobre infraestructura.

Si el impuesto sobre el carbono o el carbono-consumo de energía se utiliza como instrumento de política para reducir las emisiones, los impuestos podrán proporcionar sustanciales ingresos, y la manera de distribuirlos puede influir enormemente en el costo de la mitigación. Si los ingresos se distribuyen reduciendo impuestos perturbadores en el sistema existente, ayudarán a reducir la excesiva carga del sistema fiscal vigente, con la posibilidad de producir un beneficio económico adicional (doble dividendo). Por ejemplo, los estudios europeos más optimistas con respecto a la posibilidad de reconversión de impuestos muestran costos negativos inferiores y, en algunos casos, ligeramente

negativos. A la inversa, con la reconversión ineficiente de los ingresos procedentes de los impuestos podrán aumentar los costos. Por ejemplo, si los ingresos de los impuestos se utilizan para financiar programas estatales que producen un rendimiento menor que las inversiones en el sector privado inevitables a causa del impuesto aumentarán los costos globales.

Existen grandes diferencias en los costos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre los países, en razón de su estado de desarrollo económico, las opciones de infraestructura y la base de recursos naturales. Esto indica que mediante la cooperación internacional puede disminuirse considerablemente el costo global de reducir las emisiones. La investigación muestra que, en principio, se podrían realizar notables ahorros si las emisiones se redujeran donde es más barato hacerlo. En la práctica, para ello se requieren mecanismos internacionales que garanticen flujos de capital y transferencias de tecnologías apropiadas entre países. En cambio, si no hay cooperación internacional pueden comprometerse las tentativas unilaterales de un país o de un grupo de países para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, las estimaciones de los denominados efectos de escape varían tanto que ofrecen pocas orientaciones a los responsables de políticas.

Hasta ahora se han efectuado más análisis sobre las posibilidades de reducir las emisiones y sobre los costos para los países desarrollados que para otras partes del mundo. Además, muchos de los modelos existentes no son apropiados para estudiar las economías en transición o las economías de países en desarrollo. Es preciso llevar a cabo una gran labor para desarrollar y aplicar modelos que puedan utilizarse fuera de los países desarrollados (por ejemplo, para representar más claramente las imperfecciones del mercado, los obstáculos institucionales, y los sectores económicos tradicionales y no estructurados). Por otro lado, en las consideraciones que siguen y en la mayor parte del informe básico se trata de los costos de las opciones de respuesta a nivel nacional o regional en términos de efecto sobre el PIB. Se necesitan más análisis acerca de los efectos de las opciones de respuesta sobre el empleo, la inflación, la competitividad comercial y otras cuestiones públicas.

Se han examinado numerosos estudios en que se utilizan planteamientos de cima hacia abajo y base hacia arriba (véanse las definiciones en el recuadro). Las estimaciones de los costos que supone la limitación de las emisiones de dióxido de carbono de combustibles fósiles (expresadas como carbono) varían considerablemente y dependen de la elección de metodologías, los supuestos básicos, los escenarios de emisiones, los instrumentos de política, el año al que se refieren los datos y otros criterios. Para los resultados concretos de los distintos estudios, véase el volumen sobre las dimensiones económicas y sociales del cambio climático, del segundo informe de evaluación del IPCC.

Países de la OCDE. Si bien es difícil generalizar, los análisis de arriba-abajo indican que los costos de las reducciones sustanciales por debajo de los niveles de 1990 pueden llegar a varios puntos del PIB. En el caso concreto de la estabilización de las emisiones a niveles de 1990, en la mayoría de los estudios se estima que en los próximos decenios puede llegarse a unos costos anuales que varían entre -0,5% del PIB (equiva-

lente a un beneficio de unos 60 000 millones \$ en total para los países de la OCDE a los niveles de PIB actuales) y el 2% del PIB (equivalente a una pérdida de unos 240 000 millones \$). No obstante, los estudios muestran igualmente que aplicando medidas de reducción sobre el momento adecuado, y disponiendo de alternativas de bajo costo, puede reducirse sustancialmente el importe de la factura global.

Los estudios de base hacia arriba son más optimistas sobre las posibilidades de reducción de las emisiones a un costo bajo o negativo, y la capacidad para aplicar esas posibilidades. Dichos estudios indican que los costos de reducir las emisiones en un 20% en los países desarrollados en dos o tres decenios son insignificantes o negativos. Otros estudios de base hacia arriba sugieren que es posible lograr reducciones absolutas superiores al 50% a más largo plazo, sin aumentar, y quizá incluso reduciendo, los costos totales del sistema energético.

Los resultados de los análisis de cima hacia abajo y base hacia arriba difieren debido a factores como estimaciones más altas de posibilidades sin pesar y progreso tecnológico, y una saturación más temprana en los servicios de energía por unidad de PIB. Según las evaluaciones más favorables, se pueden lograr economías de 10–20% en el costo total de los servicios de energía.

Economías en transición. El potencial de reducciones rentables en el uso de la energía puede ser considerable, pero el potencial realizable dependerá del modelo económico y del desarrollo tecnológico que se elija, así como de la disponibilidad de capital para seguir diferentes modalidades. Una cuestión esencial es el futuro de los cambios estructurales en esos países, que pueden variar espectacularmente el nivel de las emisiones de referencia y los costos de reducción de las emisiones.

Países en desarrollo. Los análisis indican que puede haber grandes posibilidades de reducir las emisiones de dióxido de carbono de combustibles fósiles a bajo costo en los países en desarrollo. Las modalidades de desarrollo que aumenten la eficiencia de la energía, fomenten tecnologías de energías alternativas, reduzcan la deforestación y mejoren la productividad agrícola y la producción de biomasa para uso energético pueden ser beneficiosas desde el punto de vista económico. Mas para ello se requiere una importante cooperación internacional y transferencias de recursos económicos y de tecnologías. Pero es probable que no sea suficiente para compensar el rápido crecimiento de las emisiones de referencia, asociado al mayor crecimiento económico y al bienestar general. Tal vez sea costoso estabilizar las emisiones de dióxido de carbono.

Debe señalarse que en los análisis de costos para las economías en transición y en los países en desarrollo no se tienen en cuenta normalmente los efectos generales de equilibrio de las medidas aplicadas unilateralmente por países desarrollados. Esos efectos pueden ser positivos o negativos, y es difícil cuantificar su magnitud.

Procede señalar asimismo que las estimaciones de costos o beneficios del orden de unos cuantos puntos porcentuales de PIB pueden representar pequeñas diferencias en las tasas de crecimiento del PIB, pero no dejan de ser sustanciales en términos absolutos.

RECUADRO 1: MODELOS CIMA HACIA ABAJO Y BASE HACIA ARRIBA

Los modelos de cima hacia abajo son modelos de agregación de toda la macroeconomía en que se recurre a análisis de tendencias y relaciones históricas para predecir las interacciones en gran escala entre los sectores de la economía, y en particular las interacciones entre el sector energético y el resto de la economía. Los modelos de cima hacia abajo comprenden en general relativamente pocos detalles sobre el consumo de energía y el cambio tecnológico, en comparación con los modelos de base hacia arriba.

En cambio, los modelos de base hacia arriba comprenden estudios detallados de los costos técnicos de una amplia gama de tecnologías disponibles y previstas, y describen con gran detalle el consumo de energía. Sin embargo, en comparación con los modelos de cima hacia abajo, en general comprenden relativamente pocos detalles sobre el comportamiento de quienes no consumen energía y las interacciones con otros sectores de la economía.

Esta simple caracterización de los modelos de cima hacia abajo y base hacia arriba es cada vez más engañosa, puesto que las versiones más recientes de cada método tienden a proporcionar mayores detalles de los aspectos menos desarrollados en el pasado. Como resultado de esta convergencia en la estructura de los modelos, los resultados suelen converger, y las diferencias subsistentes reflejan diferencias de hipótesis sobre la rapidez y la eficacia con que las instituciones del mercado adoptan nuevas tecnologías rentables o pueden ser inducidas a adoptarlas por intervenciones políticas.

Muchos de los modelos existentes no son realmente apropiados para el estudio de economías en transición o de países en desarrollo. Hay que seguir trabajando con el fin de elaborar las metodologías, los datos y los modelos apropiados, y de crear la capacidad institucional local para realizar análisis.

La preservación y el aumento de sumideros de carbono ofrece un componente notable, y con frecuencia rentable, de una estrategia de mitigación de los gases de efecto invernadero. Según los estudios, mediante la secuestro de carbono en bosques durante un período de 50 a 100 años podrían compensarse entre el 15 y 30% de las emisiones mundiales relacionadas con la energía en 1990. Los costos del secuestro de carbono, que son competitivos con las opciones de control de las fuentes, pueden diferir entre las diversas regiones del mundo.

El control de las emisiones de otros gases de efecto invernadero, especialmente metano y óxido nitroso, pueden ofrecer valiosas oportunidades de rentabilidad en algunos países. Aproximadamente el 10% de las emisiones de metano antropógenas pueden reducirse a un costo negativo o bajo mediante opciones de mitigación disponibles para fuentes de metano como sistemas de gas natural, gestión de desechos y agricultura.

10. EVALUACIÓN INTEGRADA

Los modelos de evaluación integrada combinan el conocimiento a partir de una amplia gama de disciplinas para ofrecer ideas que no se percibirían con la investigación disciplinal tradicional. Se utilizan para

explorar posibles estados de sistemas humanos y naturales, analizar cuestiones esenciales relacionadas con la formulación de políticas, y ayudar a determinar prioridades en la investigación. La integración facilita la coordinación de hipótesis de diferentes disciplinas y permite retroacciones e interacciones de que se carece en las disciplinas individuales que han de analizarse. Sin embargo, los resultados de esos análisis no son mejores que la información derivada de las ciencias económicas, atmosféricas y biológicas subyacentes. Los modelos integrados de evaluación son limitados, tanto por la base del conocimiento fundamental de que se pueden derivar como por la base empírica relativamente restringida.

La mayoría de los modelos actuales de evaluación integrada no reflejan debidamente la dinámica social y económica específica de las economías en desarrollo y en transición; por ejemplo, en ninguno de los modelos actuales se abordan la mayoría de las imperfecciones del mercado, los obstáculos institucionales o el funcionamiento del sector no estructurado en esos países. Esto puede dar lugar a errores en las evaluaciones globales, cuando las opciones de mitigación y los impactos sobre las economías en desarrollo o en transición se valoran como si su economía funcionara igual que en los países desarrollados.

A pesar de que los modelos de evaluación integrada son relativamente recientes, han evolucionado rápidamente. Los modelos de evaluación integrada pueden dividirse en dos categorías: *modelos de evaluación de políticas* y *optimización de políticas*. Los modelos de evaluación de políticas son ricos en detalles físicos y se utilizan para analizar las posibilidades de deforestación como consecuencia de interacciones entre demografía, productividad agrícola y crecimiento económico, y la relación entre el cambio climático y la extensión de regiones que padecen potencialmente malaria. En los modelos de optimización políticos se optimizan variables esenciales (por ejemplo, tasas de emisión, impuestos sobre las emisiones de carbono), para lograr objetivos políticos formulados (por ejemplo, minimización de costos u optimización de bienestar).

Las principales incertidumbres en las evaluaciones integradas actuales comprenden la sensibilidad del sistema climático a cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero, la especificación y la valoración de impactos donde no hay mercados, cambios en la demografía nacional y regional, la elección de tipos de descuento e hipótesis relativas al costo, la disponibilidad y la difusión de tecnologías.

11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los gobiernos disponen de diferentes series de criterios para evaluar los instrumentos de políticas internacionales o nacionales sobre los gases de efecto invernadero. Entre esos criterios figuran la eficiencia y la rentabilidad, la eficacia para alcanzar objetivos ambientales determinados, la equidad de la distribución (incluso intergeneracional), la flexibilidad ante nuevos conocimientos, la comprensión por el público en general y la coherencia con prioridades, políticas, instituciones y tradiciones nacionales. La elección de instrumentos puede

reflejar también en parte un deseo de los gobiernos de lograr otros objetivos, como desarrollo económico sostenible, alcanzar metas de desarrollo social y objetivos fiscales, o influir en niveles de contaminación indirectamente relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero. Otra preocupación de los gobiernos puede estar relacionada con los efectos de políticas sobre la competitividad.

La economía mundial, y sobre todo la economía de algunos países, padece diversas distorsiones de precios que aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero, como algunas subvenciones a la agricultura y a combustibles y distorsiones en los precios del transporte. Varios estudios sobre este asunto indican que, disminuyendo gradualmente las subvenciones a los combustibles, es posible obtener reducciones globales de las emisiones de 4 a 18% y aumentos en los ingresos reales. En la mayoría de los casos, disminuyendo esas distorsiones se pueden reducir las emisiones y aumentar al propio tiempo la eficiencia económica. Sin embargo, con frecuencia se introducen subvenciones y se mantienen las distorsiones de los precios por razones sociales y de distribución, y puede ser difícil eliminarlas.

Los instrumentos de políticas pueden identificarse a dos niveles distintos: los que puede emplear un grupo de países y los que pueden emplear las diversas naciones unilateralmente o para cumplir un acuerdo multilateral.

Un grupo¹³ de países puede optar entre medidas e instrumentos de políticas, que comprendan el estímulo de acciones voluntarias y fomenten la investigación, cuotas negociables, aplicación conjunta (concretamente actividades realizadas conjuntamente en la fase experimental¹⁴), impuestos domésticos armonizados sobre las emisiones de carbono, impuestos internacionales sobre las emisiones de carbono, cuotas no negociables y varias normas internacionales. Si el grupo de países no incluyera todos los emisores importantes de gases de efecto invernadero podría haber una tendencia a una mayor utilización de combustibles fósiles en los países que no participaran en él. Este resultado podría llevar a una disminución de la competitividad internacional de algunas industrias en países participantes y de la eficacia de los esfuerzos de los países en favor del medio ambiente.

Tanto a nivel internacional como nacional, las publicaciones económicas indican que instrumentos que ofrecen incentivos económicos, como impuestos y cuotas/permisos negociables, tal vez sean más rentables que otros métodos. Probablemente sea difícil lograr normas uniformes entre grupos de países participantes en un acuerdo internacional. Sin embargo, en un grupo de países ha habido acuerdo sobre la aplicación de algunas normas uniformes.

¹³ El Grupo puede estar integrado por unos cuantos, bastantes o incluso todos los países.

¹⁴ Véase la Decisión 5/CP.1 de la Primera Conferencia de las Partes (COP1) de la CMCC.

A nivel internacional, todos los instrumentos potencialmente eficaces basados en el mercado pueden examinarse durante las negociaciones. Un sistema de cuotas negociables tiene el inconveniente de la incertidumbre del costo marginal de las emisiones, en tanto que un impuesto sobre el carbono (e instrumentos conexos) tiene el inconveniente de la incertidumbre acerca del efecto sobre el nivel a que se controlan las emisiones. El peso dado a la importancia de reducir esos diferentes tipos de incertidumbre sería un factor primordial en la nueva evaluación de esos instrumentos alternativos. Como se carece de conocimientos científicos apropiados, subsistiría un elevado grado de incertidumbre en cuanto a los resultados de limitar las emisiones a niveles concretos. La adopción de un sistema de cuotas negociables o de impuestos internacionales influiría en la distribución internacional de la riqueza. Las consecuencias de la distribución serían objeto de negociación. Para asegurar la aplicación de esos instrumentos en la práctica se necesitan estudios adicionales sobre la posible concepción de cuotas negociables e impuestos armonizados y sobre el marco institucional en que pueden funcionar.

Los distintos países que tratan de aplicar políticas de mitigación pueden optar entre un amplio conjunto de políticas e instrumentos potenciales, incluidos impuestos sobre las emisiones de carbono, permisos negociables, sistemas de reembolso de depósitos (e instrumentos conexos), y subvenciones, así como normas tecnológicas, normas de rendimiento, prohibiciones de productos, inversión estatal directa y acuerdos voluntarios. La educación del público sobre el uso sostenible de recursos puede desempeñar una importante función en la modificación de los hábitos de consumo y otros comportamientos humanos. La elección de medidas a nivel nacional puede reflejar objetivos distintos de la rentabilidad, como alcanzar metas fiscales. Los ingresos de los impuestos sobre las emisiones de carbono o los permisos negociables subastados pueden utilizarse para sustituir a los impuestos distorsionadores actuales. La elección de instrumentos puede reflejar asimismo otros objetivos ambientales, como la reducción de emisiones contaminantes sin efecto invernadero, o el aumento de la cubierta forestal, u otras preocupaciones como impactos específicos sobre determinadas regiones o comunidades.

