

Arturo Romero Salvador

*Universidad Complutense de Madrid*

# *Emisiones de CO<sub>2</sub>.*

## *El acuerdo inexcusable*

### Introducción

A lo largo de toda la historia de la Tierra, antes y después de la aparición del hombre, se han producido importantes cambios climáticos que han afectado profundamente al planeta. Es indudable que estos cambios, lo mismo que otros cambios ambientales, forman parte del funcionamiento de los sistemas naturales de modo que la flora, la fauna y los procesos morfodinámicos han ido cambiando y adaptándose a estas modificaciones. Sin embargo, los cambios actuales tienen demasiadas diferencias con los pasados para que la especie humana confíe al destino su capacidad de adaptarse en el futuro. Por un lado, la dimensión que ha alcanzado la población y el modelo de sociedad implantado indican que la adaptación será traumática, si no se introducen nuevos mecanismos capaces de ayudar a los tradicionales. Por otro, el cambio actual parece tener gran relación con las actividades humanas lo que hace posible tomar medidas destinadas a controlarlo.

La mezcla de gases que componen la atmósfera permite la entrada hacia la superficie de buena parte de la radiación solar incidente. Esta radiación, que es de onda corta, calienta la superficie terrestre. La Tierra se desprende de la energía enviándola nuevamente al espacio en forma de radiación infrarroja, de onda larga. Los gases efecto invernadero son aquellas sustancias presentes en la atmósfera, que absorben gran parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio, lo que evita que nuestro planeta sea un lugar frío. Los cambios en el clima derivados de la actividad humana son debidos a la intensificación del efecto invernadero natural. Al aumentar la concentración atmosférica de los gases radiativamente activos se produce el denominado forzamiento radiativo. Cerca del 60% de este forzamiento es debido al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en tanto que el metano (CH<sub>4</sub>) contribuye en un 15%, el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en un 5%, mientras que otros gases como el ozono (O<sub>3</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), etc., junto con las partículas sólidas, contribuyen con el 20% restante.

## Protocolo de Kioto

La comunidad internacional aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992. Este Convenio, ratificado por 186 países, tiene como objetivo la “estabilización de la concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten de forma natural al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”. Las medidas que se adopten, con responsabilidades comunes pero diferenciadas, para lograr este objetivo deben ser capaces de proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras sin vulnerar el derecho al desarrollo sostenible de los países que firmaron el Convenio.

El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional firmado en 1997, dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que aboga por la reducción de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> y otros gases (metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonados, perfluorocarbonados y hexafluoruro de azufre) para mitigar el efecto invernadero. En el Protocolo se limitan las emisiones de los países desarrollados y de los países con economías en transición a una economía de mercado para que se logre una reducción global, en el quinquenio 2008-2012, del 5,2 % con respecto a las realizadas en el año de referencia, 1990. El acuerdo condiciona su entrada

en vigor a la ratificación de al menos 55 países signatarios, siempre que la suma que sus emisiones represente el 55% de las realizadas en el año de referencia por todos los países que tienen compromiso de limitación.

Para facilitar el cumplimiento de las obligaciones que tienen los países desarrollados de reducir sus emisiones netas, diferencia entre liberación y retención, de una manera distinta a la que puede lograrse con políticas y medidas internas, el Protocolo de Kioto introdujo tres procedimientos complementarios que se conocen como “Mecanismos de Flexibilidad”, Aplicación Conjunta, Desarrollo Limpio y Comercio de Emisiones.

Las repercusiones económicas de la aplicación del Protocolo son suficientemente importantes para que los países firmantes del Convenio pactasen, antes de proceder a su ratificación, las reglas que deben regular aspectos tan críticos como la utilización de los mecanismos de mercado, el papel de los bosques como captadores de carbono o las consecuencias del incumplimiento. Tras cuatro años de intensas negociaciones internacionales, se alcanzó en la ciudad de Bonn en julio de 2001 el acuerdo político sobre estas reglas, acuerdo que, junto con las decisiones aprobadas tres meses más tarde en la cumbre de Marrakech, aporta las garantías necesarias para que los países signatarios pudieran iniciar el proceso de ratificación. Rusia, cuya cuota de emisión en 1990 fue del 17,4%, ratificó el Protocolo de Kioto el 19/11/2004. Con esta ratificación se cumplieron las condiciones establecidas y el 16 de febrero de 2005 se iniciaba la puesta en funcionamiento del Protocolo. La Unión Europea de los 15 debe reducir un 8% las emisiones de gases de efecto invernadero realizadas en 1990 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) y en 1990 o 1995 (HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>), en el periodo 2008-2012. Otros objetivos de emisión para naciones industrializadas son 6% para Japón y Canadá y 7% para Estados Unidos. Desgraciadamente, no todas las partes han ratificado el acuerdo.

En la UE-15, con una población de 380 millones, se emiten unas 8 toneladas de CO<sub>2</sub> térmico por habitante al año. Emisiones de 15 toneladas corresponden a cada uno de los 630 millones de habitantes del conjunto de países, Australia, Estados Unidos, Japón, Noruega, Rusia y Suiza. Sin embargo, los 2.500 millones de Brasil, China e India no alcanzan las 2 toneladas. Ante las previsiones de crecimiento económico de unos países y las reticencias a ratificar el Protocolo de otros, la contribución cuantitativa a la reducción de emisiones, por parte de la UE, parece poco importante. Sin embargo, su decisión firme de limitar sus emisiones indica la importancia que debe concederse a la perspectiva ambiental y al desarrollo sostenible en las actividades humanas.

Como consecuencia de la limitación impuesta por el Protocolo a las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero, el aire se convierte en un bien escaso y el coste de la reducción depende de un mercado en el que el precio se fija por la ley de la oferta y la demanda. El mercado incentiva la obtención de resultados ambientales eficientes haciendo que los esfuerzos se orienten en la dirección que marca el descenso de las emisiones de gases de efecto invernadero, y fomenta la innovación tecnológica orientando sus actividades hacia nuevas tecnologías y hacia el desarrollo de las existentes con el fin de lograr beneficios con la venta de sus derechos de emisión. Del mismo modo que las empresas encuentran en el coste de la emisión de gases de efecto invernadero un incentivo financiero para utilizar tecnologías con menores factores de emisión, la sociedad debe disponer de los incentivos apropiados para contribuir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Un país cumplirá con su compromiso de limitación de emisiones de gases de efecto invernadero, establecido en el marco del Protocolo de Kioto, cuando al final del primer período de cumplimiento, 2012, la cantidad asignada (Assigned Amount Units o AAUs) sea igual o menor que la diferencia entre las emisiones realizadas en el periodo 2008-2012 y la suma de los títulos obtenidos a través del Mecanismo de Aplicación Conjunta (ERU), a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (CER), a través de la creación de sumideros (RMUy) y los obtenidos por la compra de derechos de emisión en el mercado internacional de emisiones.

## Origen de las emisiones y estrategias de reducción

El dióxido de carbono, proveniente de la obtención de energía a partir de combustibles fósiles, es la principal fuente individual de emisión de gases de efecto invernadero derivado de las actividades humanas. El carbón, petróleo y gas natural son las fuentes de gran parte de la energía utilizada en la generación de electricidad, el transporte, la calefacción doméstica o la energía industrial, y representan (suministro y uso) el 80% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen humano. Ante los desafíos que plantea su reducción –la emisión es una consecuencia de la forma utilizada por sociedades actuales para dar respuesta a las exigencias de su modelo de vida- es necesario adoptar estrategias de adaptación, mitigación y control que tengan en cuenta la conservación de la naturaleza, el crecimiento, las desigualdades, el desarrollo, la competitividad y las posibilidades tecnológicas. La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, para evitar que aumente su concentración en la atmósfera, puede lograrse disminuyendo la demanda de energía, aumentando el ahorro y la eficiencia energética y logrando mayores porcentajes de producción y uso de energía más limpia.

El ahorro de energía es un objetivo que permite disminuir la presión que se ejerce sobre el medio y a la vez, aumentar la competitividad y reducir la dependencia de las importaciones de energía. El aumento de la eficiencia de la transformación de la energía primaria en energía consumible depende de los avances que se realicen en los procesos de transformación, pero este aumento puede quedar contrarrestado por el descenso que ocasiona el crecimiento de la fracción destinada a su uso en forma de combustibles secundarios, electricidad o productos derivados del petróleo. Todos los combustibles fósiles convencionales liberan CO<sub>2</sub> pero sus factores de emisión aumentan con el contenido en carbono, gas natural, petróleo y carbón. Debido a su naturaleza, ni el combustible nuclear ni las energías renovables -hidráulica, eólica, biomasa, biocarburantes, solar fotovoltaica, solar térmica, residuos sólidos urbanos y geotérmica- originan emisiones netas de dióxido de carbono. La integración de la dimensión medioambiental en la política energética depende de la producción y uso de energías renovables y de combustibles fósiles de bajo o nulo contenido en carbono para producir energía.

Existen diferentes fuentes que emiten metano, gas de efecto invernadero (su de potencial de calentamiento global equivale a más de 20 unidades de CO<sub>2</sub>) que sigue en importancia cuantitativa al CO<sub>2</sub>. Las emisiones de metano relacionadas con el ganado, 30 %, se producen por la “fermentación entérica” de los alimentos en los tractos digestivos por parte de los microorganismos y por la descomposición de estiércol animal. Los arrozales anegados son responsables, debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica, del 25 % de las emisiones de metano provenientes de las actividades humanas. Otros procesos de descomposición anaeróbica de la materia orgánica se producen en los vertederos de residuos urbanos o aguas sanitarias tratadas en pozos o lagunas. Finalmente, los combustibles fósiles por una gran variedad de causas -extracción, tratamiento, transporte, distribución, etc.- son responsables del 25 % de las emisiones de metano. Cuando no se produce la captación y la posterior oxidación del metano formado, el destino de este gas es la atmósfera.

El incremento de óxido nitroso se atribuye a actividades antropogénicas tales como las implicadas en la gestión de estiércol, en la aplicación de los fertilizantes a los suelos agrícolas, en el sector energético y las procedentes de las emisiones de algunos procesos de la industria química como ocurre con la obtención de ácido adípico, producto empleado en la fabricación de nylon. El nitrógeno que contienen muchos abonos y fertilizantes minerales y orgánicos aumenta los procesos naturales de nitrificación y desnitrificación que producen las bacterias y otros microorganismos en el suelo. Estos procesos convierten parte del nitrógeno en óxido nitroso. También se forma este gas de efecto invernadero

(factor de equivalencia de CO<sub>2</sub> cercano a 300) al reaccionar el nitrógeno con el oxígeno del aire a las elevadas temperaturas a que se produce la combustión. Aunque la molécula de N<sub>2</sub>O es muy estable a temperatura ambiente se puede conseguir su descomposición o su transformación mediante agentes oxidantes o reductores.

La industria ha creado un número de gases, que tienen un potente efecto invernadero y larga vida en la atmósfera, para usos especializados. Los HFC, que han sustituido a los CFC para evitar la destrucción de la capa de ozono, se emplean principalmente como refrigerantes, disolventes de limpieza y agentes de fabricación de espumas. Los HFC no dañan la capa de ozono pero son potentes gases de efecto invernadero (factores de equivalencia de CO<sub>2</sub> cuyo orden de magnitud es el millar). La reducción de las emisiones de estos gases fluorados puede lograrse mejorando su contención y control y estableciendo restricciones para su comercialización y uso.

### España y su compromiso

La Unión Europea de los 15, que ha liderado el Protocolo de Kyoto, ha decidido cumplir conjuntamente, “burbuja comunitaria”, su compromiso de reducción del 8 %, debiendo, dadas las diferencias de desarrollo existentes entre los 15 países, asignar posteriormente la limitación de emisiones a que se obliga cada uno de los Estados Miembro. Su liderazgo se ha traducido en la implantación de un conjunto de medidas destinadas a cumplir su compromiso, gracias a las cuales ha conseguido que las emisiones de dióxido de carbono en 2000 no superaran las que había realizado en 1990, aunque el consumo de energía había continuado su crecimiento durante este periodo. Sin embargo, en el camino hacia el 2012 aparecen importantes obstáculos que deben superarse. Las emisiones de gases de efecto invernadero han disminuido en el sector manufacturero y de suministro de energía pero han aumentado en el sector del transporte. La mayoría de los Estados miembros no han logrado la reducción de gases de efecto invernadero que establece la cuota de la UE en el marco del Protocolo de Kioto, por lo que deben realizar un esfuerzo adicional que compense el retraso en el cumplimiento de su compromiso.

Por medio de la Directiva 2003/87/CE estableció un régimen propio para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero entre las instalaciones industriales -sector producción de energía, refino de petróleo, siderurgia, cemento, vidrio, cerámica y papel- en las que se realiza la mayor parte de las emisiones, con el fin de fomentar su reducción de una forma eficaz y económicamente viable. Cada Estado Miembro debe elaborar un Plan Nacional de Asignación en el que se establece el procedimiento que

utilizará para cumplir su compromiso de limitación de emisiones y, a la vez, mantener el empleo y la competitividad de la economía.

A España le correspondió una limitación que le impide sobrepasar en un 15% las emisiones realizadas en el año de referencia. En 2004 las emisiones totales de GEI alcanzaron las 427,9 Mt de CO<sub>2-e</sub>, lo que supone un 48% de aumento.

El Plan Nacional 2008-2012 pretende conseguir que las emisiones anuales sólo superen el 37% de las realizadas en el año de referencia. Se asigna el 45% de las emisiones a las instalaciones sujetas al comercio de derechos de emisión (153 millones de toneladas/año, lo que supone una reducción del 16% sobre la asignación del periodo 2005-2007) y el 55% a los sectores difusos (Transporte, residencial, etc.). La diferencia, entre el 37% y el 15% establecido como límite, se asigna a la absorción por sumideros, el 2%, y a la adquisición de créditos procedentes de mecanismos de flexibilidad, el 20%.

## Conclusión

Al buscar soluciones a un problema ambiental global -causado en buena medida por un vector, energía, imprescindible para las sociedades que más han contribuido a su creación- aparece la necesidad de introducir profundos cambios sociales y tecnológicos que pueden afectar a los tradicionales modelos de desarrollo. Desde la última década del siglo XX se han realizado notables progresos técnicos para disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero cuya aplicación puede permitir la sustitución de unos productos por otros, de unas materias primas por otras, el cambio de unos procesos por otros, la modificación de los métodos de producción utilizados o la implantación de una gran variedad de tecnologías ambientales capaces de captar las emisiones para su posterior valorización, transformación o retención. Todos estos progresos deben de ir acompañados de otro tipo de decisiones y medidas cuya naturaleza no es tecnológica. Primero, es necesario que los diferentes países y sus instituciones sociales se impliquen en la tarea de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Después, se debe diseñar un camino adecuado para alcanzar el objetivo propuesto, seleccionar la velocidad a la que debe recorrerse el camino y aportar los medios que permitan llegar a la meta establecida.