

El efecto invernadero y los CFCs*

Federico Velázquez de Castro

*Químico. Miembro del Instituto E. Mounier
y del Consejo de Redacción de Acontecimiento.*

Se ha dado en llamar «efecto invernadero» al calentamiento anómalo de la atmósfera como resultado de la presencia de cuerpos contaminantes que absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre. De esta manera, la radiación reflejada no llega finalmente al espacio exterior y lo que tiene lugar es, por el contrario, un incremento en el calentamiento global de la atmósfera del planeta. Con todo, el efecto invernadero, producido por los gases atmosféricos que absorben parte de la radiación reflejada, es un efecto natural y necesario para la vida, ya que ayuda a mantener la Tierra a una temperatura media de 15°C. Sin este hecho, las temperaturas en la superficie podrían bajar hasta 20°C bajo cero. Pero existe, como es lógico, un frágil límite por encima del cual aparecerían las alteraciones. Un ejemplo extremo de efecto invernadero lo constituiría el planeta Venus, cuya densa atmósfera, formada sobre todo por dióxido de carbono y vapor de agua, da lugar a unas temperaturas superiores a 800°C sobre su superficie.

Y es en la Tierra donde el dióxido de carbono juega también un papel relevante en la formación del efecto invernadero. Como hoy sabemos, en la evolu-

ción de la atmósfera terrestre ha habido diferentes temperaturas en diferentes épocas históricas y esto ha dado pie a pensar si los momentos de mayor calentamiento eran debidos a factores naturales, como son los ciclos solares; pero el análisis del aire retenido en los hielos ha puesto de manifiesto de forma inequívoca que siempre que subió la temperatura terrestre hubo más metano y dióxido de carbono en la atmósfera. De manera que, bien por los períodos de mayor actividad volcánica o por los procesos de combustión de materia orgánica, del que siempre se desprende, el efecto invernadero está estrechamente ligado a la cantidad de dióxido de carbono en el aire.

Entre las consecuencias del efecto invernadero, destaca obviamente el aumento en las temperaturas de la baja atmósfera, lo que supondría de entrada una mayor evaporación de agua, que a su vez es también gas invernadero y amplificaría el efecto. Pero las consecuencias de las que extensamente se ha hablado repercutirían sobre todo en el clima, dando lugar a irregularidades atmosféricas y en el régimen de lluvias, alterando así los ciclos agrícolas y alargando los de sequía, con serias repercusiones para los ecosistemas y la vida humana. Un recalentamiento global afectaría de manera más

especial a los polos, provocando fusiones parciales del hielo que elevarían el nivel de los océanos y provocarían la inundación de determinadas costas, lo que podría llevar a que algunos países —como Bangladesh— o algunos archipiélagos —como las Islas Maldivas— llegasen casi a desaparecer.

Observando la evolución de la temperatura atmosférica de un siglo a esta parte, se ve una tendencia al aumento en función asimismo del incremento del dióxido de carbono y metano, dos importantes gases invernadero. Tal aumento, con respecto al siglo pasado, se estima en 0,6°C, pero de continuar las emisiones actuales, y según diferentes modelos, para el próximo siglo podrían registrarse incrementos más severos, comprendidos entre +3 y +5°C, cuyas consecuencias desastrosas se dejarían notar por toda la Tierra.

La contribución mayor al incremento de la acumulación de gases invernadero en la atmósfera llega de la conversión de los combustibles fósiles en energía. Así, la cantidad de dióxido de carbono en los últimos 35 años ha crecido en un 12%. Otra causa del aumento del efecto invernadero está en la desaparición del bosque tropical, con lo que una parte del dióxido de carbono queda sin absorber. La quema de los bosques es otra de

(*) Publicado originalmente en *Química e Industria*, octubre de 1993.

las causas que acelera este proceso, y dados los niveles de destrucción $-120.000 \text{ km}^2/\text{año}-$, este fenómeno es responsable de casi una cuarta parte del gas citado que se libera cada año a la atmósfera.

Otro gas invernadero importante, como ya se ha mencionado, es el metano. Su concentración en la atmósfera es sólo 1/200 de la del dióxido de carbono, aunque crece en una proporción doble que éste. Su presencia parece proceder de las granjas intensivas, así como de los cultivos intensivos de arroz. Otros gases invernadero son el dióxido de nitrógeno y el ozono, emitidos en actividades industriales que requieren altas temperaturas y en los escapes de los automóviles.

Los CFCs son hoy conocidos por la opinión pública como los agentes destructores de la capa de ozono. La presencia de flúor en sus moléculas les confiere gran inercia química y como consecuencia largas vidas medias (de 70 a 400 años), lo que permite que sean trasladados por los vientos y ascendidos a la estratosfera, en donde serán descompuestos por la radiación ultravioleta de longitud de onda corta, dejando cloro libre; este cloro, en determinadas condiciones, es responsable del ciclo de reacciones que terminará destruyendo el ozono y aumentando con ello la presencia de radiación ultravioleta-B en nuestro suelo, con el consiguiente daño para todas las formas de vida, incluida la humana.

Pero lo que se conoce menos de los CFCs es su contribución al efecto invernadero. Es el segundo de sus dos importantes impactos ambientales. La capacidad de absorción por molécula para estos gases es hasta 15.000 veces mayor de lo que sería para una molécula de dióxido de carbono, lo que da idea de la importancia

que estos gases tienen en lo que se refiere al calentamiento global.

La contribución total de los CFCs al efecto invernadero es del orden del 17%, proporción aproximada a la del metano o dióxido de nitrógeno, aunque muy por debajo del dióxido de carbono, cuya contribución se estima en un 50%. Desde que se firmó el Protocolo de Montreal, en septiembre de 1987, las diferentes regulaciones sobre producción y consumo han ido endureciéndose, de manera que para el año 2000 la reducción sea del 100%. Por tanto, debe esperarse que la contribución al efecto invernadero de los CFCs progresivamente disminuya.

Sin embargo, el problema podría persistir, ya que entre las alternativas propuestas para la sustitución de estos cuerpos se encuentran los llamados HCFCs y HFCs, es decir, cuerpos que, al tener hidrógeno en sus moléculas, hacen más sencilla la eliminación en la baja atmósfera gracias a la reacción con los abundantes radicales OH existentes. Su vida media es, por tanto, considerablemente menor (entre 2 y 25 años) y en algunos casos, como en el grupo de los HFCs, al no tener cloro en su composición, el impacto sobre la capa de ozono será nulo.

Pero estas ventajas se ensombrecen al observar que todos ellos tienen potenciales de calentamiento global, que, si bien son más pequeños que los de los CFCs, a los que sustituyen, de seguir con altos niveles de producción y consumo, el problema puede permanecer y seguir de esa manera con un fuerte sector de gases invernadero, aunque éstos de muchas menos restricciones. Si tomáramos como referencia el CFC-11, los nuevos sustitutos tendrían una incidencia en

el calentamiento global del 30% del de aquel gas. En algunos casos puede ser superior.

La industria ha mostrado una sorprendente capacidad de adaptación a las restricciones de CFCs, investigando a fondo nuevos compuestos e incluso levantando nuevas plantas de fabricación en tiempos récord.

Y es sorprendente porque, cuando a la hora de plantear nuevas propuestas ambientales, se argumenta que se necesita tiempo y más tiempo para investigar, verificar, poner a punto..., curiosamente ahora, ante un problema del cariz de la reducción de la capa de ozono, que obligaba a frenar drásticamente la producción de unos cuerpos que tienen en el mercado más de 5.000 aplicaciones, la propia industria y los expertos de las diferentes agencias medioambientales han llegado a conseguir soluciones con éxito en muy corto plazo. Esto viene de nuevo a demostrar que medios técnicos y científicos no faltan, y es la voluntad política y un enfoque económico adecuado lo que se necesita para llevar adelante con tanta diligencia otras alternativas que con la misma urgencia nuestro medio ambiente pide. En el caso de los CFCs, debe de hacerse un mayor esfuerzo para estimular la recuperación y el reciclaje —hoy ya en marcha—, mejorar el mantenimiento y la estanqueidad de las instalaciones en el sector del frío y el aislamiento, así como la introducción de cuerpos químicos sencillos —de los que existe un alto nivel de conocimiento—, mezclas u opciones de control, que podrían ser en muchos casos sustitutos adecuados, limitando definitivamente los impactos sobre la capa de ozono estratosférica y sobre el calentamiento global del planeta. **A**