

¿EXISTEN ALTERNATIVAS A LOS COMPUESTOS QUE ACTUALMENTE DESTRUYEN LA CAPA DE OZONO?

Núria Ferrer*

La disminución de los niveles de ozono en la estratosfera es uno de los retos a los que la humanidad se enfrenta actualmente. Es un ejemplo de contaminación química causada por sustancias antropogénicas, de la que se creyó durante mucho tiempo que eran inertes, y cuyos efectos han aparecido más de medio siglo después del inicio de su fabricación.

El fenómeno de la destrucción del ozono estratosférico y la historia de su descubrimiento ya fueron objeto de parte de un artículo publicado en esta revista.¹ La intención del presente artículo es hacer una breve descripción de algunas de las moléculas responsables de la destrucción del ozono, de los acuerdos mundiales para preservar la capa de ozono que ha habido al respecto, así como de los sustitutos de estos compuestos.

Los primeros compuestos considerados responsables de la destrucción del ozono fueron los clorofluorocarbonos (CFCs) especialmente el CFC-11 (CFCl_3) y el CFC-12 (CF_2Cl_2), utilizados respectivamente como propelentes de aerosoles y como refrigerantes. Además de estos dos productos, otro grupo de CFCs lo componen las sustancias formadas por dos átomos de carbono: CFC-113 ($\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$), CFC-114 ($\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$) y CFC-115 ($\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$). El tercer grupo de moléculas que también son consideradas causantes de la rotura de ozono son las llamadas halones y que poseen como característica co-

mún el hecho de que pueden incorporar átomos de bromo. Entre ellas podemos citar: halón 1211 (CF_2BrCl), halón 1301 (CF_3Br) y halón 2402 ($\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$). Muchos de estos compuestos se usan como extintores de fuego. Pero el hecho de que el bromo sustituya a los átomos de cloro no supone ningún beneficio para la capa de ozono, ya que se ha probado que el bromo puede catalizar la rotura de las moléculas de ozono más rápidamente que el cloro.

Todas estas moléculas poseen un potencial de disminución de ozono cuyos valores se encuentran entre 0.6 y 1 para los CFCs y entre 2.7 y 114 para los halones, valores más elevados debido principalmente a la presencia de bromo.

Estas ocho moléculas citadas fueron incluidas en el Protocolo de Montreal que se comentará posteriormente. Pero aparte de estas moléculas, existen otros compuestos que contienen cloro y que se emiten a la atmósfera en cantidades importantes. De entre ellas podemos destacar el ácido clorhídrico que es vertido directamente a la estratosfera por el US Space Shuttle, el metil cloroformo utilizado en la industria como disolvente para limpiar superficies metálicas, el tetracloruro de carbono usado en la limpieza en seco, el cloruro de metilo, el bromuro de metilo usado en la esterilización de suelos, etc.

Después de la publicación en 1974 de los efectos que los CFCs podían causar en la ca-

* Centre d'Ecologia i Projectes Alternatius. Jacint Verdaguer, 48 - 08750 Molins de Rei.

¹ Núria Ferrer. El cloro y la contaminación de nuestro entorno. *Ecología Política*, 4 (1992) 89-101.

pa de ozono, algunos países como EEUU y Canadá impusieron restricciones a la utilización de CFC-11 y CFC-12.

En 1980 el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP) hizo un llamamiento a los gobiernos de todo el mundo para reducir la fabricación y el uso de los CFCs. A pesara de que el llamamiento fue en general desoído, la UNEP creó en 1981 un comité con el fin de redactar acuerdos mundiales en la protección de la capa de ozono. Finalmente, en marzo de 1985 se firmó la Convención de Viena. A esta convención asistieron negociadores internacionales y supuso una llamada a la investigación e intercambio de información sobre la capa de ozono. El documento era una invitación a todos los países para tomar responsabilidades en dicha protección. Fue un primer paso ya que hasta el momento muchos países habían rechazado dar información sobre la producción de CFCs. Sin embargo esta convención no supuso medidas de emisión ni control de contaminantes. De hecho sólo fue una declaración de intenciones, pero sirvió para sentar las bases para la futura protección de la capa de ozono.

Una de las razones por las que no se establecieron medidas de control fue el hecho de que el Grupo de Toronto y la CEE divergían en las opciones de control a llevar a cabo. El Grupo de Toronto proponía dejar de utilizar CFCs no esenciales. La CEE abogaba por especificaciones en la producción de CFC-11 y CFC-12 y un 30 % de reducción de CFCs no esenciales.

De los 43 países presentes en la convención de Viena, 20 de ellos la firmaron el mismo día.

Después de esta convención, el programa de cara a afrontar el problema parecía no evolucionar demasiado. Fue necesario que apareciera la disminución de un 40 % de ozono en la Antártida para que cambiara esta situación.

Entre agosto y octubre de 1986 se realizó la primera Expedición Nacional para el Ozono (NOZE). Los resultados de los análisis de ozono realizados mediante globos, mostraron reducciones del 3 % entre 12 y 20 km

de altura, reducciones del 70 % en una franja estrecha entre 12 y 18,5 km, y reducciones del 90 % en una región que tenía entre 1,5 y 1,8 km de espesor. Estos experimentos también mostraron concentraciones de compuestos clorados que podían correlacionarse con la pérdida de ozono. Desde entonces se han venido realizando medidas en la estratosfera y desde tierra que han ido mostrando las disminuciones de ozono.

La concentración de ozono se mide en unidades Dobson (DU), y ésta había sido siempre superior a 250 DU antes de 1972. Los valores mínimos a partir de 1989 no han llegado a superar las 150 DU.

En diciembre de 1986 hubo negociaciones internacionales donde EEUU propuso la reducción de emisiones del 95 % durante la siguiente década. Japón y la CEE se opusieron y esto condujo a la rotura de las negociaciones.

Mientras tanto Du Pont, una de las industrias líderes de EEUU en la producción de CFCs, había desarrollado nuevos sustitutos a estos compuestos. Por esto se acusó a la industria americana de presionar en la prohibición de los CFCs para de esta manera poder dominar el mercado mundial. Países como China e India, que habían empezado a desarrollar tecnología para la fabricación de CFCs, no tomaron parte en las reuniones.

En septiembre de 1987 en Montreal se intentó establecer un protocolo internacional para la protección de la capa de ozono. Este protocolo fue firmado por 43 países² y tendría efectividad el 1 de enero de 1989, y con él se limitaban las emisiones de los cinco CFCs y tres halones comentados anteriormente. Los puntos acordados fueron:

1. Congelación en la producción y consumo de los cinco CFCs a los niveles de 1986 a partir de 1990.
2. Congelación en la producción y consumo de los tres halones a los niveles de 1986 en 1992.
3. 20 % de reducción en el consumo de CFCs por debajo del nivel de 1986 en 1994.
4. 50 % de reducción en el consumo de CFCs por debajo del nivel de 1986 en 1999.
5. Los países en desarrollo que usen me-

² Sharon L. Roan. *Ozone Crisis*. Wiley 1990.

nos de 0,3K de CFCs por persona y año están libres de restricciones durante una década extra.

Uno de los aspectos más importantes del protocolo fue el acuerdo de que los países se reunirían de forma periódica para revisar los nuevos avances científicos que se produjeran.

En marzo de 1989, los ministros de medio ambiente de la CEE anunciaron en Bruselas que estarían de acuerdo en avanzar las reducciones de CFCs, dejando de producirse y consumirse en el año 2000. El gobierno de los EEUU se mostró de acuerdo con este avance en las reducciones, pero China, India y la Unión Soviética anunciaron su desacuerdo alegando el hecho de que los sustitutos para los CFCs eran más caros y muchos países del Tercer Mundo no podían plantearse el cambio de estos productos.

Gran parte de las discusiones se centraban en aspectos económicos y políticos, a pesar de que las disminuciones de ozono eran cada vez mayores y se extendían a ambos hemisferios.

Durante la primavera de 1989, la Expedición Aerotransportada a la Estratosfera Ártica (AASE) encontró valores inferiores a los normales de ozono en la estratosfera ártica, así como grandes cantidades de compuestos clorados.

Las reuniones posteriores han ido acelerando las decisiones de cara a una reducción total de los CFCs. Las naciones del Protocolo de Montreal se reunieron en Londres a finales de junio de 1990 con el resultado de ampliar la reducción de los CFCs incluyendo otros compuestos destructores del ozono. En este caso, China e India, los mayores nuevos productores de CFCs estuvieron de acuerdo con las reducciones, ya que se estableció un fondo económico especial de 240 millones de dólares para la adaptación de los países en vías de desarrollo a las nuevas tecnologías³. En la reunión que tuvo lugar en noviembre de 1992 en Copenhague, se acordó la eliminación completa de los CFCs para 1996.

Además de los problemas que puede aca-

rrrear la disminución de la capa de ozono, hay que mencionar la importancia que tiene esta disminución en el aumento del efecto invernadero. Al disminuir la cantidad de ozono en la estratosfera se absorbe menos radiación ultravioleta y por tanto la temperatura disminuye. La radiación ultravioleta llega a la troposfera donde el oxígeno se transforma en ozono, el cual absorbe radiación infrarroja y por tanto hace aumentar la temperatura en la parte baja de la atmósfera. Por tanto, los efectos de la disminución de ozono e invernadero, actúan de manera conjunta calentando la troposfera y enfriando la estratosfera.

Algunas de las alternativas planteadas hasta ahora han sido la substitución de los CFCs por otros compuestos cuyo poder de destrucción del ozono sea menor.

Algunos de estos compuestos son los hidrofluorocarbonos (HFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). El hecho de que estas moléculas contengan al menos un átomo de hidrógeno, hace que sean mucho más reactivas, ya que el enlace entre el carbono y el hidrógeno es mucho más débil, y que puedan romperse antes de llegar a la estratosfera.

Hasta el momento las compañías Du Pont y ICI han gastado cientos de millones de dólares en el desarrollo de estos nuevos productos. Los HFC y los HCFC son mucho más caros de producir que los CFCs. Dos ejemplos de estas nuevas moléculas son los F-22 y el F-134a que no contiene cloro, aunque puede contribuir al efecto invernadero.

Actualmente se están realizando estudios sobre los efectos en la capa de ozono de estos nuevos productos⁴.

Los protocolos, convenciones y reuniones han servido para fijar límites en el uso de los compuestos que pueden alterar la capa de ozono, eso sí, siempre con cierta dependencia del desarrollo de productos alternativos por parte de los grandes fabricantes. Actualmente los antiguos fabricantes de CFCs poseen la tecnología para substituir estos productos por otros, y es más, para vender la tecnología a países en desarrollo aunque

³ Marshall Fisher. La Capa de Ozono. Mc Graw Hill 1993.

⁴ A.R. Ravishankara et al. Do hydrofluorocarbons destroy stratospheric ozone? Science, 7 jan 1994, 71.

algunos de estos sustitutos pueden producir otro tipo de problemas. Incluso puede ser que un producto que hoy consideramos inocuo, deje de serlo dentro de 20 o 50 años, cuando descubramos sorprendidos que está produciendo otro efecto no previsto. En este caso, como en tantos otros, cabría preguntarse si realmente necesitamos las toneladas de plástico espuma con que se fabrican las bandejas para albergar hamburguesas o frutas y los esprays para pulverizar líquidos, cuando tenemos alternativas como el mecanismo de la pistola de agua. También podrían recuperarse los líquidos de equipos de refrigeración que dejan de funcionar en los edificios y sobre todo los de los coches, ya que cada pocos años es común cambiar de coche en nuestra sociedad actual, con lo que

los CFCs pasan a la atmósfera al convertirse el coche en un residuo. La minimización de las fugas en todo circuito de refrigeración debería ser otro de los objetivos a llevar a cabo. Además existen alternativas como la refrigeración por agua o propano u otros compuestos más afines a nuestro medio ambiente y que hasta ahora no parecen haber sido objeto de estudios serios de cara a su utilización como sustitutos de los compuestos tradicionales. Pero evidentemente estas alternativas no supondrían los beneficios económicos que generan los CFCs y sustitutos a las empresas que los generan.

Mientras tanto el 10 de octubre de 1993 se batía un nuevo récord: el ozono en la Antártida había bajado a 91 unidades Dobson.

SCIENCES · CULTURE
SOCIÉTÉ

ÉCOLOGIE
POLITIQUE

ÉCOLOGIE
POLITIQUE

LE PILLAGE DES RESSOURCES INTELLECTUELLES
Noam Chomsky

LE MYTHE DE LA DÉESSE EN ÉCOLOGIE POLITIQUE
Janet Biehl

TRISTES TROPIQUES
Daniel Hémerly

BIODIVERSITÉ : DE LA PROTECTION À LA SALVEGARDE
Nicolas de Sadeleer

LES INONDATIONS EN CAMARQUE
Alain Tamisier

UN TRIBUNAL DE L'EAU AU BRÉSIL
Christian Caubet

CULTURE ET POLITIQUE EN ALGÉRIE
Kateb Yacine

NUMÉRO 9
PRINTEMPS 1994