

CFCs

THE ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY

¿QUÉ SON LOS CFCs?

Los CFCs, compuestos químicos hechos de los elementos cloro, flúor y carbono, no son tóxicos, ni inflamables, y generalmente son estables. Cada compuesto tiene su nombre químico, pero son mejor conocidos por un número (ver recuadro).

El primer CFC, triclorofluorometano o CFC-11, fue sintetizado en 1892, pero los CFCs fueron considerados una mera curiosidad hasta que en 1929 se descubrió que eran sustancias refrigerantes ideales. Más aún, en esa época los CFCs parecían ofrecer una alternativa más segura que los gases refrigerantes tóxicos y explosivos que entonces se empleaban, tales como el amoníaco, el cloruro de metilo, el dióxido de azufre o el propano. Existía una amplia gama de usos para los CFCs: para refrigeradores domésticos; como enfriadores primarios en sistemas de aire acondicionado; en la producción de espumas plásticas para el aislamiento de refrigeradores y edificios, muebles y materiales de empaque; como impulsores en latas de aerosoles; como disolventes para tintorería, y como agentes desgrasantes en la industria electrónica.

Para dar el énfasis que merecen los temas ecológicos en el currículo de química, esta sección recoge ahora una separata de la revista inglesa *Education in Chemistry* sobre clorofluoroalcanos, que fue distribuida con el número de marzo de 1992. Los interesados pueden solicitar copias en inglés de este "BRIEFING PAPER. CFCs" a la siguiente dirección:

THE ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY
Public Affairs Department
Burlington House,
Picadilli, London, UK. W1V 0BN

El lector podrá encontrar más información en el artículo de Colsa, Cram y Flores del Número 2, Volumen 2, abril 1991, de nuestra revista.

CFCs en la atmósfera

Una vez que su uso se volvió algo común, los CFCs fueron paulatinamente liberados hacia la atmósfera y hasta la década de 1970 nadie los tomó en cuenta. Sin embargo, en 1972, James Lovelock mostró que el CFC-11 se había difundido —intacto— desde el hemisferio norte industrial hasta la Antártida.

Aunque los CFCs no son reactivos normalmente sobre la superficie de la Tierra, los científicos encontraron que se fragmentan a una altitud entre 25 y 40 km —en la capa estratosférica. A este nivel de la atmósfera, la luz ultravioleta (UV) del Sol actúa sobre una molécula de oxígeno (O_2) para producir ozono (oxígeno triatómico, O_3), formándose una "capa de ozono" que sirve de escudo a la Tierra de mucha de la radiación UV del Sol. Una vez que los CFCs alcanzan esta zona, la radiación UV los rompe, con la consecuente liberación de átomos del cloro, que son "radicales libres" muy reactivos que atacan al ozono. En una reacción en cadena, cada radical libre cloro pone en movimiento una serie de reacciones químicas que tienen como resultado la destrucción de alrededor de 100 000 moléculas de ozono.

DISMINUCIÓN DEL OZONO E INCREMENTO DE LA RADIACIÓN UV

En 1985, Joseph Farman, del proyecto antártico británico, mostró que la capa de ozono sobre el Polo Sur había estado disminuyendo desde los cincuenta. Bajo las condiciones ordinarias de la primavera polar, la capa de ozono se destruía durante parte del año.

El adelgazamiento del ozono, ciertamente severo sobre Australasia, ocurre actualmente también en el hemisferio norte. Datos satelitales recientes de la NASA ame-



ricana muestran que en las latitudes al norte, el nivel de ozono invernal se ha reducido en 8% con respecto a la década anterior. Pareciera que la capa protectora de ozono se reduce al doble de la velocidad predicha por los primeros modelos. No obstante, dicha tendencia parece acelerarse aún más.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos estima que, en los próximos cincuenta años, como resultado de la reducción del ozono y el consecuente incremento de la radiación UV que alcanzará la Tierra, se incrementarán en 200 000 las muertes por cáncer en la piel, solamente en esa nación. Demasiada radiación UV puede también producir cataratas o dañar los ojos de otras maneras. Las plantas son sensibles también a la radiación UV: la agricultura, así como la cadena alimenticia terrestre o acuática, se verán afectadas. Ya han sido informados en Chile casos de cataratas en conejos y deformaciones en capullos primaverales.

EL PROTOCOLO DE MONTREAL

Los políticos quedaron persuadidos de que debían controlarse los CFCs para prevenir daños adicionales a la atmósfera. El Protocolo de Montreal, firmado en 1987, mantuvo las emisiones de la mayoría de los CFCs a los niveles de 1986. Se acordó también reducir su producción en 20% hacia la mitad de 1993 y hasta 50% en 1996.

Muy pronto fue claro que el Protocolo tenía varios puntos débiles. Para empezar, sólo lo firmaron 30 países, siendo que el control de CFCs requiere de cooperación global. En segundo lugar, hubo una ausencia notable de firmas de los países del mundo en desarrollo —aunque por ejemplo, Egipto lo suscribió desde un principio— pero la demanda de CFCs en estos países crece constantemente. Finalmente, muchos afirmaron que una reducción de 50% no era suficiente para proteger la capa de ozono.

En Londres se llevó a cabo una segunda reunión del Protocolo de Montreal durante 1990. El corte de 50% de la producción se transformó en una eliminación total en 1999. Una declaración separada incluyó una llamada al uso moderado de ciertos productos alternativos a los CFCs, llamados HCFCs (hidroclorofluorocarburos).

Más de 60 países firmaron el nuevo Protocolo de Montreal, y se gestionó un presupuesto —administrado por la ONU y el Banco Mundial— para ayudar a los países en desarrollo a abandonar los CFCs.

ALTERNATIVAS

La industria química ha hecho inversiones

CFC	NOMBRE QUÍMICO	FÓRMULA QUÍMICA	COEFICIENTE O ₃ *
CFC-11	Triclorofluorometano	CFC ₁₁	1.0
CFC-12	Diclorodifluorometano	CF ₂ Cl ₂	1.0
CFC-113	Triclorotrifluoroetano	C ₂ F ₃ Cl ₃	0.8
CFC-114	Diclorotetrafluoroetano	C ₂ F ₄ Cl ₂	1.0
CFC-115	Cloropentafluoroetano	C ₂ F ₅ Cl	0.6

* Algunos productos químicos son más destructores de la capa de ozono que otros, como lo indica el coeficiente de reducción de ozono. Los valores se obtienen con relación al CFC-11, cuyo coeficiente se define como la unidad.

cuantiosas para encontrar alternativas a los CFCs. Con el objetivo de acelerar el proceso de aprobación de dichas alternativas, se han establecido dos consorcios de investigación: Estudios de Aceptabilidad Ambiental de Fluorocarburos Alternativos (AFEAS son sus siglas en inglés) y el Programa para Prueba de Antitoxicidad de Fluorocarburos Alternativos (PAFT). Los esfuerzos de la industria se han enfocado en los hidrofluorocarburos (HFCs) y en los hidroclorofluorocarburos (HCFCs).

Los hidrofluorocarburos, que no contienen cloro, se rompen sin producir daños en la atmósfera baja y no amenazan la capa de ozono. Algunas compañías ya han abierto fábricas para producir HFCs.

Los hidroclorofluorocarburos, aunque menos destructivos que los CFCs, sí contienen algo de cloro y tienen efectos sobre la capa de ozono. La industria química aboga por la adopción de los HCFCs como una medida para detener el hoyo de ozono, mientras se encuentran mejores alternativas y se reemplaza el equipamiento viejo (se estima que el valor del equipo actual de refrigeración en el Reino Unido es de unos 500 millones de libras esterlinas). No obstante, los grupos ambientalistas argumentan que los HCFCs significan un alto riesgo y ejercen presión para eliminarlos. De hecho, Alemania ha descartado ya el sustituto más viejo de los CFCs, el HCFC-22.

Ni los HFCs ni los HCFCs son sustitutos inocuos. Cuestan más que los CFCs y la mayoría del equipo requiere de modificaciones para adaptarse a ellos, por lo que parte de la maquinaria habría de ser reemplazada.

Muchas industrias ya han desechado los CFCs. En los Estados Unidos, desde 1978 se eliminó a los CFCs como impulsores de aerosoles y muchas otras naciones le han seguido. La industria británica ha desplazado los CFCs en 90% de sus productos en aerosoles. No obstante,

en la mayoría de los casos, el reemplazo se ha hecho con hidrocarburos, lo cual implica un riesgo por su flamabilidad. Asimismo, contribuyen a otros tipos de contaminación y en algunas áreas de Estados Unidos también han sido rechazados. Los propelentes para usos médicos, tales como inhaladores contra el asma, requieren de pruebas mucho más amplias.

La industria electrónica busca disolventes limpiadores alternativos, que incluyen hidrocarburos, alcoholes, extractos de plantas e incluso agua. Se incrementa el uso de dióxido de carbono como agente espumante en ciertos productos plásticos y los CFCs en aislantes de sistemas de refrigeración pueden ahora disminuirse a la mitad de los usados anteriormente sin afectar su funcionamiento.

ALEJÁNDONOS DE LOS CFCs

Ahora que existe consenso en abandonar los CFCs ¿cómo podremos lograrlo? Una estimación reciente en la Gran Bretaña indica que el "banco" de los CFCs "atrapados" en los productos existentes excedía en 1989 las 180 000 toneladas—cuatro veces y media el consumo total de los CFCs en Inglaterra para el mismo año.

En la actualidad, la incineración de alta temperatura es el único método a escala comercial para deshacerse de los CFCs. La incineración en plantas modernas, por encima de los

1100 °C, efectivamente destruye los CFCs sin crear emisiones tóxicas. Sin embargo, el Reino Unido tiene pocas instalaciones adecuadas y ninguna está dedicada enteramente a estos productos. Los factores limitantes son el alto costo y la oposición local a las nuevas plantas de incineración.

Los científicos investigan otras opciones, pero existe un largo camino por recorrer desde el laboratorio hasta la eliminación en gran escala. Los CFCs podrían ser algún día descompuestos a través de tratamientos con calor (pirólisis), luz (fotólisis) o por reacciones con otros productos (deshalogenación).

Por supuesto, los CFCs pueden ser reciclados, y ya existen algunas alternativas al respecto en Gran Bretaña. El reciclamiento puede proporcionar un abastecimiento interno de CFCs en lo que se alcanza la sustitución completa, y también es una forma de administrar el "banco" de CFCs. Sin embargo, se ha citado en los periódicos que los esquemas de reciclaje fallan debido a la falta de apoyo de los gobiernos locales. Las autoridades locales necesitan organizar la recolección de los viejos refrigeradores domésticos (se estima que contienen 22 000 toneladas de CFCs). La tecnología de reprocesamiento de los CFCs está bien desarrollada, no así los métodos para sustraerlos de algunos productos. Por ejemplo, es relativamente sencillo para un técnico especializado retirar el CFC de un refrigerador casero, pero hacerlo de una espuma aislante es otro asunto. Hoy, los CFCs reciclados son más caros que el producto virgen—lo cual probablemente cambie cuando la industria química deje de hacerlos por completo.

"Estamos estableciendo un nuevo movimiento político para manejar la crisis ambiental, un movimiento no basado en el corto plazo sino en los beneficios para todos a largo plazo, un movimiento enraizado en el respeto por el valor de la vida humana y la Naturaleza. De hecho, no estamos solamente escribiendo un tratado más enérgico, sino un nuevo capítulo en las relaciones internacionales.

...La protección del medio ambiente trasciende la guerra sin cuartel entre los partidos políticos y la estrechez de las concepciones sobre soberanía. Cuando se trata de salvar el ambiente global, estamos todos juntos en ello." Mostafa Tolba, Director Ejecutivo del Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, durante la apertura de la segunda reunión del Protocolo de Montreal en Londres, en 1990.

QUIMOTRIVIA—REJECTA

Si además de los alimentos de los nahuas: tomates, tortillas, tamales, chocolate, etcétera, conserváramos la "filosofía" de la enseñanza que ellos tenían, sin duda serían muy distintas nuestras clases.

Los nahuas tenían diferentes palabras para referirse a los maestros; una era *teuxcuitiani*: "el que hace a los otros tomar un rostro". Otra estaba formada por *tlamachtiani*: "enriquecer, comunicar algo" e *ixtli* "rostro". La palabra era *teixtlamachtiani* "el que enriquece (hace sabios) los rostros ajenos". Otra más: *tetezcauiani* "el que pone un espejo delante de los otros". Y otra más: *itech netlacaneco* "el que humaniza el querer".

Ante tamaña responsabilidad de los maestros queda la tranquilidad de ser un sencillo profesor según los cánones de la institución.

☛ Continúa en la pág. 193