La Capa de Ozono

Capitán de Corbeta
Gustavo Otárola Bawden

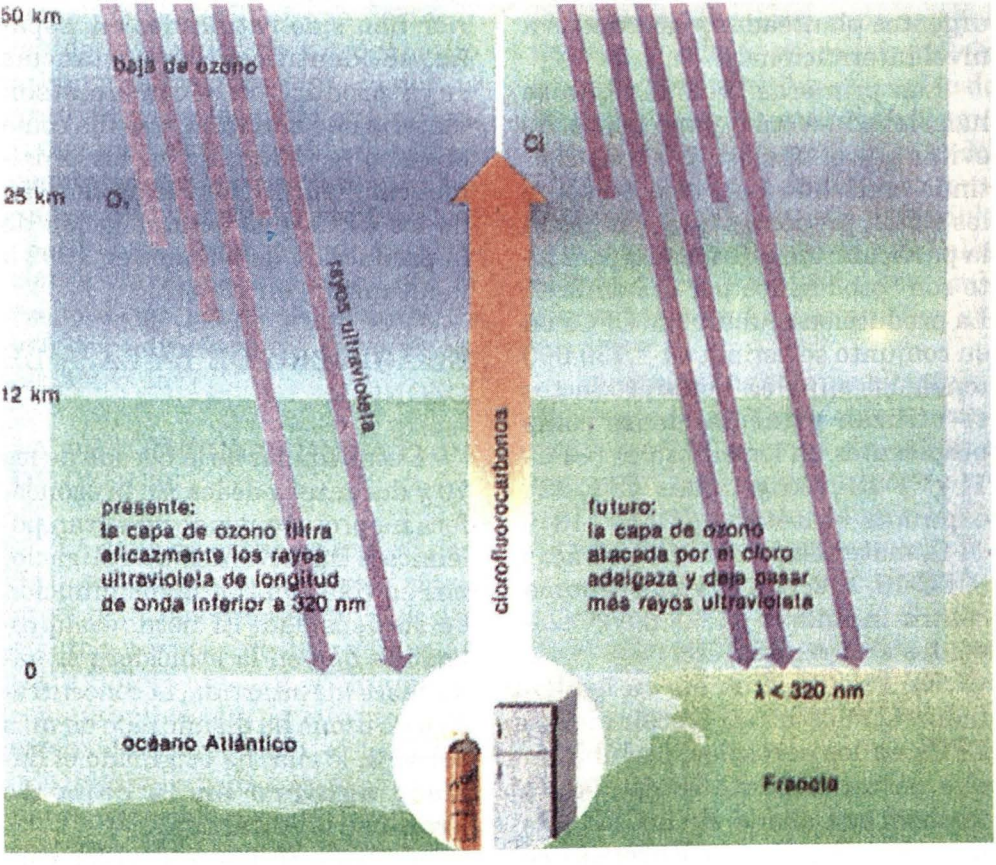
El descubrimiento del ozono y su existencia en la atmósfera se remonta a mediados del siglo XIX, mientras que las primeras mediciones sobre su cantidad y variaciones datan de los años 1930. Es a partir de la década de los 70 cuando los estudios científicos ponen en evidencia la posible relación entre el deterioro de la capa de ozono en la estratósfera y la emisión a la atmósfera a nivel del suelo de determinadas sustancias químicas originadas por las actividades humanas. Así, en 1974 dos investigadores americanos, Molin y Rowland, alertan sobre los peligros de las emisiones de un tipo determinado de productos químicos conocidos como clorofluorocarbonos (CFCs), por considerarlos como las sustancias que inciden más directamente en la destrucción de la capa de ozono, y ello debido fundamentalmente a una de sus principales cualidades, su estabilidad química.

Desde ese momento se han realizado estudios e investigaciones con el fin de obtener un mejor conocimiento de los fenómenos que tienen lugar en la estratrósfera y de las reacciones físico-químicas que determinan la capa de ozono. Los más recientes experimentos llevados a cabo en la zona antártica ponen de manifiesto la aparición, durante los meses de setiembre y octubre de cada año, de extensas zonas en la vertical del Polo Sur donde se producen importantes disminuciones de la concentración de ozono, fenómeno que se conoce como "Agujero de Ozono Antártico". Por ello se han intensificado las investigaciones científicas para determinar las causas de la aparición de este agujero en la capa de ozono. Algunos científicos atribuyen la aparición del agujero en la capa de ozono a fenómenos de tipo meteorológico no totalmente conocidos, mientras que otros lo consideran derivado de un desplazamiento del equilibrio de la química de la estra-

tósfera interveniendo en el fenómeno numerosas y complejas reacciones químicas, fotoquímicas y procesos de mezcla.

El ozono estratosférico actúa como filtro de la radiación ultravioleta solar. Una disminución en la concentración de ozono produce un incremento en la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra, lo que puede dar lugar a un aumento en el número de cánceres de piel, cataratas, modificaciones del sistema inmunológico, la transformación de los ciclos de vida de los organismos marinos, así como alteraciones profundas de los procesos terrestres básicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico sobre la tierra, tales como la fotosíntesis, disminuyendo la fijación del CO_2 y la producción de oxígeno y la biomasa a nivel global.

La importancia y la gravedad del problema, cuyos efectos todavía no se han dejado sentir en gran magnitud, pero de continuar así las cosas éstas podrían manifestarse



peligrosamente en la segunda mitad del siglo próximo. Hay que destacar que se trata de un proceso acumulativo en el que intervienen sustancias con una vida media comprendida entre los setenta y cien años, lo que ha suscitado la atención tanto de los gobiernos de los distintos países como de los sectores industriales implicados y aun de la opinión pública en general. En este contexto, el agujero de la capa de ozono ha sido definido como un problema medioambiental vital, urgente y de escala mundial que demanda la adopción de soluciones urgentes planteadas y acordadas a nivel internacional.

Las primeras medidas que se han llevado a cabo para tratar de evitar que el agujero de ozono continúe creciendo han recaído sobre los CFCs, productos que presentan la particularidad de que únicamente son "producidos por el hombre". La producción mundial de CFCs en su conjunto se estima en 1,150.000 toneladas anuales. Estos productos se utilizan principalmente como propelentes en los aerosoles (CFC-11 y CF-12), refrigerantes (CFC-22), espumas sintéticas (CFC-113 y 114), materias primas electrónicas (CFC-13, 112,115,21 y 23), espuma contra incendios (CFC-1301), solventes electrónicos, etc.

En 1978 se prohibió en los Estados Unidos la utilización de los CFCs en los aerosoles, prohibición que posteriormente se estableció también en Canadá. En la CEE (Comunidad Económica Europea) se han adoptado, asimismo, a partir de 1980, una serie de medidas tendentes a limitar la producción de los CFC-11 y 12 y reducir su uso en los aerosoles, así como de estímulo del desarrollo de productos de sustitución.

Los intentos de abordar el problema del agujero de ozono a nivel internacional comienzan con el establecimiento en 1985 del Protocolo de Viena para la protección de la capa de ozono, y en 1987, del Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. En este último, que como el anterior han sido ratificados en España, se identifican las sustancias cuya producción y consumo son materia de regulación, y se fija como objetivo la reducción en los próximos cinco años al 50% la producción de los CFCs y la estabilización de la producción de halones en 1992 a la alcanzada en 1986.

EL AGUJERO DE LA CAPA DE OZONO

Desde finales de la década de los 70 y durante la de los 80, la ozonósfera ha protagonizado una gran polémica e importantes investigaciones en relación con la disminución de su densidad. El hecho comprobado es que en la atmósfera situada sobre la Antártida, la concentración de ozono ha disminuido en más del 40%, lo cual ha originado el llamado **agujero en la capa de ozono** de la Antártida.

Trabajos recientes parecen con-

firmar que también en el Polo Norte se produce una reducción de la capa de ozono. El significado y las causas de este fenómeno todavía no pueden ser evaluados con suficiente perspectiva puesto que aún se desconocen muchos de los parámetros que pueden influir en la dinámica el ozono atmosférico.

Generalizando, se cree que el ciclo natural de formación y destrucción del ozono atmosférico está siendo afectado por la acción humana, a causa de la emisión a la atmósfera de determinados tipos de productos. Concretamente, entre estas emisiones hay que destacar las de los óxidos de nitrógeno (lo originan los aviones que vuelan a gran altura) y los CFM o clorofluorometanos. Los más señalables (frecuentes) de tales compuestos son los que se utilizan como refrigerantes.

El cloro, por acción de la reacción ultravioleta, reacciona con el ozono, desprendiéndole un átomo de oxígeno para formar C1O y oxígeno molecular.

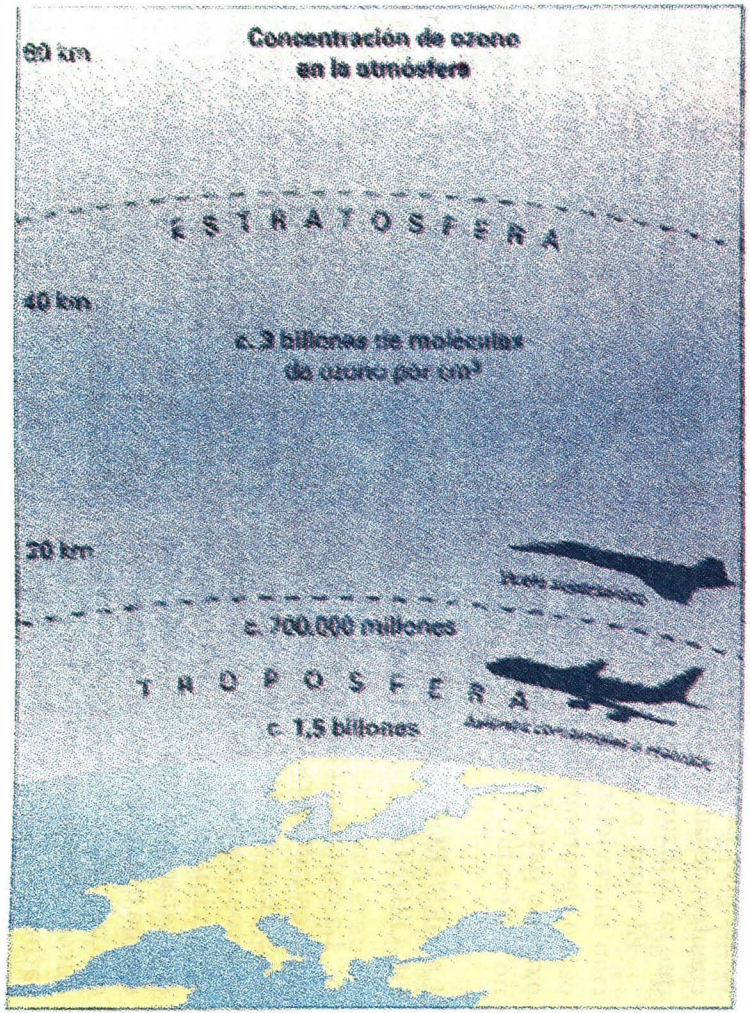
LA DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO

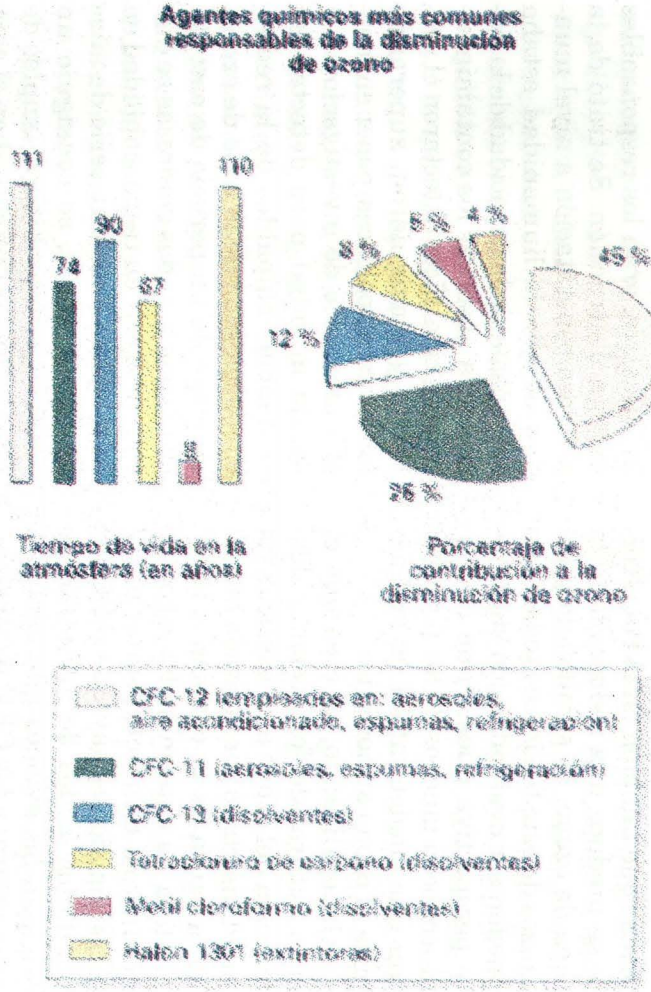
La capa de ozono es una región de la estratósfera terrestre que nos protege, a modo de escudo, de los efectos nocivos de la radiacción ultravioleta del sol. Después de constatar que este escudo protector estaba desapareciendo, se descubrió que un conjunto de compuestos químicos, conocidos como clorofluorocarburos o CFCs, muy utilizados en la industria, eran los responsables de esta destrucción. Se trató de la primera constatación a nivel mundial de que la humanidad estaba sobrepasando la capacidad de la tierra para absorber los contaminantes. Los científicos detectaron el problema y consiguieron, superando las barreras políticas, poner en marcha una serie de investigaciones a escala mundial para detectar las sustancias culpables de la reducción acelerada de la capa de ozono. Después de un periodo de escepticismo, las grandes empresas se dieron cuenta de su responsabilidad en la solución. Tras una serie de años de tira y afloja, se consiguió un acuerdo para prohibir el empleo de las sustancias que causaban el agujero en la capa de ozono. El caso del agujero en la capa de ozono es también una prueba de que es posible alcanzar acuerdos internacionales para detener los efectos contaminantes provocados por muchas actividades.

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno, cuya molécula se compone de tres átomos de oxígeno (O3), a diferencia del oxígeno normal, formado por dos átomos (O2). Se encuentra en pequeñas cantidades en la atmósfera, concentrándose entre los 20 y 25 Km. de altitud. Es indispensable para la vida, pues intercepta parte de las dañinas radiaciones ultravioletas del Sol.

LA CAPA DE OZONO

La luz solar no está formada


Concentración de ozono
en la atmósfera
90 km
ESTRATOSFERA
40 km
c. 3 billones de moléculas
de ozono por cm³
20 km
c. 700.000 millones
TROPOSFERA
c. 1,5 billones


Agentes químicos más comunes
responsables de la disminución
de ozono
111
74
90
67
5
110
Tiempo de vida en la
atmósfera (en años)
5 %
4 %
8 %
12 %
45 %
26 %
Porcentaje de
contribución a la
disminución de ozono
CFC-12 (empleados en: aerosoles,
aire acondicionado, espumas, refrigeración)
CFC-11 (aerosoles, espumas, refrigeración)
CFC-13 (disolventes)
Tetracloruro de carbono (disolventes)
Metil cloroformo (disolventes)
Halon 1301 (extintores)

únicamente por la luz visible, sino también por radiación ultravioleta (UV). La parte de la radiación UV más cercana a la luz visible son los llamados UV-A, los rayos que nos broncean cuando tomamos sol. La luz solar contiene también rayos ultravioleta de mayor energía, los llamados UV-B y UV-C; los UV-C son filtrados por las moléculas de oxígeno que forman un 21% de la atmósfera, mientras que el filtrado de los UV-B depende de un fenómeno que se desarrolla en la capa de ozono, a más de 20 Km. de altura, que es perturbado por los clorofluorcarbonos.

METODOS DE MEDIDA DE LA CANTIDAD TOTAL DE OZONO

Las medidas de O3 atmosférico son de tres tipos:

a) Cantidad total de O3
b) Distribución vertical
c) Concentración en superficie

Se llama cantidad total de ozono el contenido en una columna vertical imaginaria que se extiende desde la superficie de la Tierra hasta el tope de la atmósfera. Se expresa en términos de espesor de la capa de O3 puro que resultaría si el O3 total de la columna se concentra a una altura de 21 Km., aproximadamente, en condiciones normales de presión y temperatura.

La unidad más usada es la milésima de 1 cm. de O3 puro en condiciones normales. Esta unidad es llamada unidad Dobson (U.D.).

El instrumento más utilizado en el mundo para la medición de la cantidad total de 03 es el **espectrofotómetro** desarrollado por Dobson.

LOS CLOROFLUOROCARBUROS

Los clorofluorocarburos (CFCs) fueron utilizados por primera vez en la industria en los años cuarenta, y, tras ser considerados durante cuatro décadas como productos inofensivos, se han revelado como uno de los principales causantes de la destrucción de la capa de ozono. Al no ser tóxicos ni corrosivos para los seres vivos y permanecer estables mientras se mantienen sus condiciones habituales de uso, a los CFCs se les han encontrado múltiples aplicaciones. Son malos conductores del calor, por lo que se emplean para "hinchar" las espumas plásticas aislantes. Por ser poco reactivos, se usan para dar presión a los aerosoles. Algunos CFCs, debido a las condiciones en que se pueden licuar y evaporar, se emplean como fluido refrigerante en frigoríficos e instalaciones de aire acondicionado con el nombre de "freones". Se usan también como disolventes para la limpieza en la construcción aeronáutica, la electrónica y la tintorería. Los llamados "halones", utilizados en los extintores de incendios, son también CFCs. Su éxito se debió también a que su fabricación resultaba económica ya que al no ser considerados productos tóxicos, era fácil deshacerse de ellos dejándolos escapar a la atmósfera.

Antes de que sonaran las primeras voces de alarma, se fabricaban en el mundo más de un millón de toneladas de CFCs anuales y se los consideraba un producto básico para la industria. Un europeo medio consumía unos 800 g. de CFC al año, la mayoría de ellos en forma de embalajes plásticos. En Estados Unidos funcionaban, en 1980, unos 100 millones de frigoríficos, 90 millones de acondicionadores de aire de automóviles, 45 millones de acondicionadores en vivienda y varios cientos de millones de frigoríficos en industrias alimentarias, supermercados, restaurantes y camiones frigoríficos.

La molécula de oxígeno (O2) es disociada en la estratósfera por la acción de los rayos UV (1) dando lugar a dos átomos. Cuando uno de estos átomos se combina con una molécula de oxígeno (2), se forma el ozono (O3). Los compuestos clorofluorocarbonados que llegan a la estratósfera se ven afectados también por los rayos UV, que los rompen, liberando un átomo de cloro (3). Este cloro "arranca" un átomo de oxígeno al ozono, dando como resultado monóxido de cloro (C1O), oxígeno (O2) y la desaparición del ozono (4).

LAS PRIMERAS MEDIDAS CONTRA LOS CLOROFLUOROCARBUROS

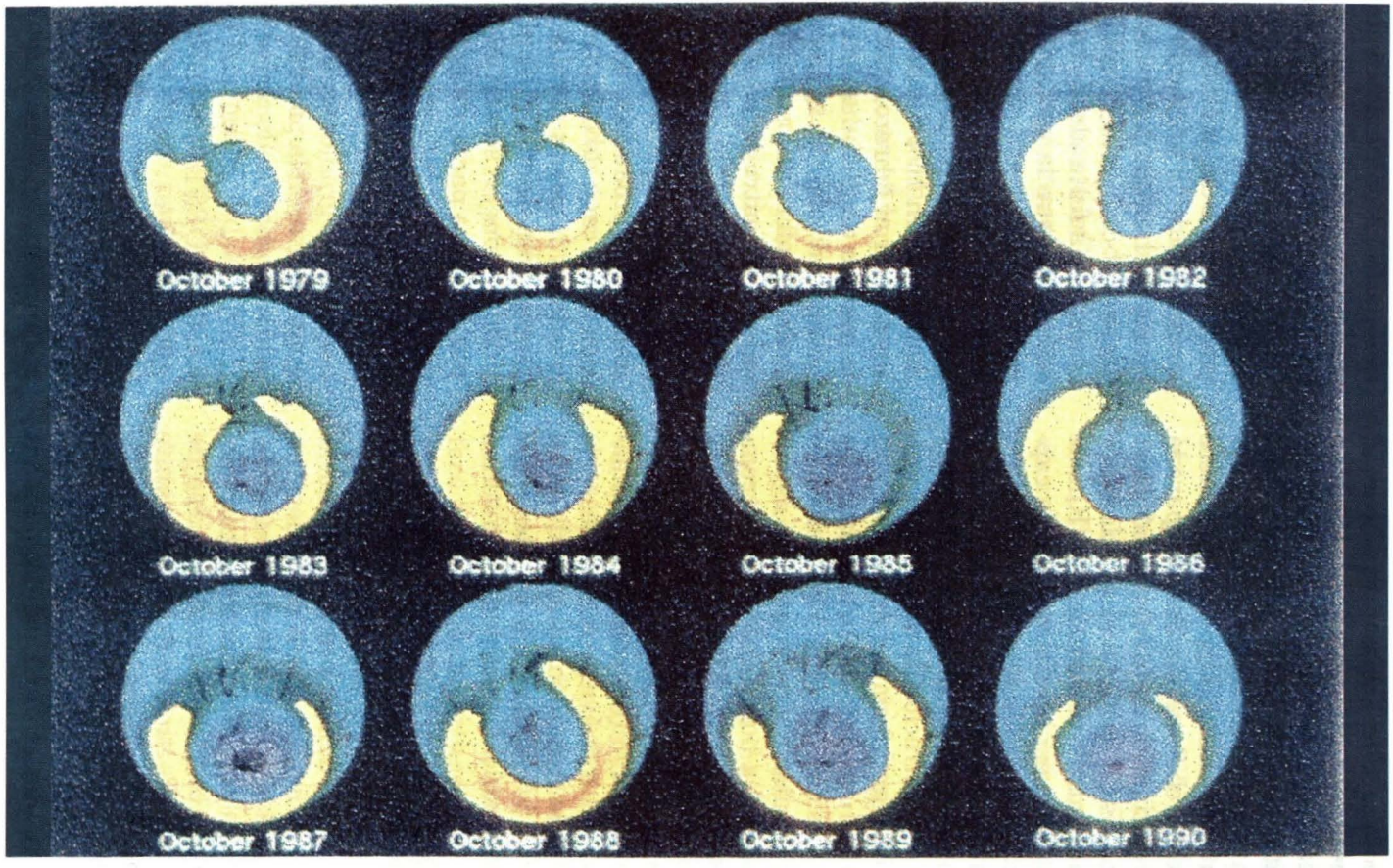
La voz de alarma dada en 1974 desencadenó una serie de estudios científicos y gran cantidad de debates políticos en Estados Unidos. Los movimientos ecologistas pusieron gran énfasis en los aerosoles que sólo constituían una parte del problema pero que eran la aplicación más innecesaria y más cotidiana de los CFCs. Esta lucha fue secundada por la mayoría de los consumidores estadounidenses y, finalmente, después de una caída del 60 por ciento en las ventas de aerosoles, Estados Unidos promulgó, en 1978, una ley prohibiendo el uso de CFC en estos aparatos. En el resto del mundo se siguieron utilizando un periodo de diez a quince años más.

El descenso en la producción de CFC fue importante, de casi un 25%, pero las demás aplicaciones de los CFCs, que seguían creciendo sin control, provocaron que en 1980 la producción alcanzara de nuevo los niveles de 1975. El leve descenso entre 1975 y 1980 es el que ha producido ligera mejoría en el agujero de la capa de ozono registrada a principios de los 90.

UN SATÉLITE PARA ESTUDIAR LA CAPA DE OZONO

El descubrimiento en 1982 del grave deterioro de la capa de ozono estratosférico por el Equipo Científico Antártico Británico, dirigido por el doctor Joe Farman, y el tardío reconocimiento de la NASA, en 1986, de la desviación de los datos del satétile meteorológico Nimbus 7, cuyas computadoras estaban programadas para rechazar como erróneos los datos alarmistas sobre la

Evolución del agujero en la Capa de Ozono



reducción de la capa de ozono en la Antártida, obligaron a la NASA a desarrollar un programa de investigación acelerado, que supuso el envío a la estratósfera en 1991 del satélite UARS (Upper Atmosphere Research Satellite, Satélite para la investigación de la Alta Atmósfera). La misión del UARS es la de realizar controles entre 15 a 100 Km. de altura y enviar datos sobre la captación de energía solar, la dinámica de los vientos, el intercambio entre la alta y la baja atmósfera, y la concentración de compuestos químicos que afectan al ozono, como los clorofluorocarburos, el metano y los óxidos de nitrógeno. Estas mediciones realizadas mediante un espectómetro a bordo del UARS, arrojaron datos escalofriantes, al poner de relieve que la destrucción de la capa de ozono se había producido a una velocidad muy superior a la estimada; en los nueve primeros meses de 1991 la reducción habría sido de un 4,5 a 5 % del total de la que se había producido en el decenio anterior.

¿QUEDARÁ OZONO PARA SALVAR?

Una de las preguntas que se hacen los científicos es si, después de haber detenido la emisión de cloro a la atmósfera, se conseguirá detener la reducción de la capa de ozono. Partiendo del preocupante dato de que las mediciones realizadas en 1994 demuestran que la atmósfera contiene cinco veces más cloro que en 1970, las predicciones más optimistas dan por seguro que, a pesar de todos los acuerdos o tratados limitativos, el porcentaje de cloro en la atmósfera se habrá doblado en el 2040, a causa del tiempo de ascenso de los CFCs. Aunque, consciente de la gravedad del problema, la humanidad decidiera detener por completo la emisión del cloro, haría falta alrededor de cien años para que la estratósfera volviera de nuevo a su estado natural. En la actualidad la capa de ozono disminuye en el Polo Norte a razón de un 10 a un 15% durante los meses de enero y febrero, mientras que lo hace en un 50% durante el verano austral, con un agujero que se extiende sobre una superficie equivalente a cuatro veces el continente americano.

Los trastornos en la fauna y los habitantes de la Antártida y regiones vecinas producidos por la reducción de la capa de ozono empiezan a estar a la orden del día. Así, en Punta Arenas, en Chile, gran cantidad de conejos se han vuelto miopes. Por otra parte, miles de ovejas del sur de Argentina, presentan graves síntomas de una misteriosa catarata ocular, mientras que cada vez hay más granjeros afectados por quemaduras en la piel de las extremidades, sobre todo de los brazos.

LA RESPUESTA ESTABA EN LA ANTÁRTIDA

El agujero, que en 1984 era del tamaño de Europa, había crecido regularmente cada año. El viaje de un

avión para tomar muestras de la estratósfera de la Antártida confirmó la responsabilidad de los CFC en el problema. Finalmente, se encontró una explicación al fenómeno. La Antártida es un continente aislado, alrededor del cual los vientos forman en invierno una barrera que impide la salida de los contaminantes. Durante los seis meses de invierno las temperaturas descienden hasta los 30°C bajo cero. Durante la noche polar, y con ayuda de los cristales de hielo que se forman por el frío en la atmósfera, la radiación solar, en la primavera, libera, de una vez, todo el flúor almacenado que, en pocas semanas, elimina hasta el 97% de ozono. Al cambiar el régimen de vientos con el verano polar, el aire desprovisto de ozono es mezclado gradualmente con el del resto del planeta. En el Polo Norte se ha detectado un fenómeno parecido, pero de menor amplitud, ya que su atmósfera no llega a quedar tan aislada como la de la Antártida.

LOS ACUERDOS INTERNACIONALES

El primer acuerdo se logró gracias al Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP), que actuó como mediador entre los distintos intereses, poniendo a disposición de los gobiernos los datos necesarios y recordando a todos los implicados que ninguna consideración económica era más importante que la protección de la capa de ozono. Inicialmente, el desconocimiento era tal que el Secretario del Interior de los EE. UU. llegó a afirmar que, si desaparecería la capa de ozono, usar gafas de sol y sombrero para salir a la calle serían medidas de protección suficiente. Países como la antigua URSS, India o China, que estaba embarcada en un plan de dotar de refrigeradores a 400 millones de hogares, sólo accedieron a firmar tratados a cambio de recibir ayudas económicas.

PROTOCOLO DE MONTREAL Y ACUERDO DE LONDRES

Finalmente, en 1987, 36 países, entre los que estaban los mayores productores de CFCs, firmaron el Protocolo de Montreal, en el que se acordó limitar la producción al nivel que tenía en 1986, reducirla en un 30% en 1993, y en 30% más en 1988. Pronto se descubrió que la reducción no era suficiente. Como los CFCs no se escapan a la atmósfera inmediatamente después de ser fabricados y al ser liberados tardan 15 años en llegar a la estratósfera, se calculó que con los acuerdos tomados la cantidad de CFCs en la atmósfera podía llegar a ser el doble que la existente en el momento del acuerdo. Durante el año siguiente, el agujero de ozono de la Antártida creció aún más. Algunas empresas, ante la presión de la opinión pública, decidieron unilateralmente abandonar la producción de CFCs.

Los países de la Unión Europea y Estados Unidos decidieron, en 1989, suspender la producción de los cinco CFCs más usados. Finalmente en 1990, después de complicadas negociaciones, se consiguió un nuevo tratado internacional, firmado en Londres por 92 países, en el que se acordó un descenso de producción mucho más rápido, llegando al cese total de producción de CFCs para el año 2000. Se añadieron además a la lista de productos prohibidos otros no contemplados en el tratado anterior, pero de nocividad demostrada, como los "halones" y el tetracloruro de carbono.

LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS PARA SUSTITUIR A LOS CLOROFLUOROCARBUROS

La industria, después de la adopción de estos tratados internacionales, debe tratar de sustituir los CFCs por otros productos análogos pero no contaminantes. En algunos casos, al firmarse el tratado los industriales disponían ya de productos sustitutivos. En los aerosoles, por ejemplo, los CFC fueron sustituidos por otros compuestos, como el propano. En el campo de la refrigeración se han empezado a recuperar los fluidos refrigerantes, antes de convertir en chatarra los frigoríficos y equipos de aire acondicionado inservibles, ya que el descenso de la producción hace rentable el proceso de recuperación de estos fluidos. El problema más importante será el del mantenimiento de los equipos frigoríficos actuales, ya que la sustitución de los CFCs puede exigir cambios mecánicos importantes o la sustitución del equipo. Los solventes de la industria electrónica se han sustituido por otros o se ha variado el proceso para eliminar el lavado. Las espumas plásticas aislantes se inyectan ya con otros gases, mientras que se utilizan otros materiales para los embalajes.

En los casos en que ningún producto conocido pueda sustituir a los CFCs de forma adecuada, se está investigando a marchas forzadas para encontrar nuevos productos, pero la búsqueda es lenta, ya que es necesario evaluar a fondo los riesgos para la salud y el medio ambiente de los nuevos compuestos.

De todos modos, existen serias dudas sobre el cumplimiento de la prohibición. Mientras que en los países industrializados las empresas productoras de CFCs cumplen, mayoritariamente, con la prohibición, los pequeños usuarios de estos países se resisten a cambiar sus procesos por otros, debido al costo de la sustitución.

OTROS AGENTES DESTRUCTORES DE LA CAPA DE OZONO

Existen además otras causas capaces de alterar la capa de ozono, aunque por el momento no son preocupantes. Una de ellas son los aviones supersónicos, la mayoría de uso militar, ya que vuelan en la

estratósfera, cuyo aire ofrece menor resistencia y consumen ozono al mismo tiempo que oxígeno para alimentar sus motores. Existen también mecanismos naturales de destrucción del ozono estratosférico, como el gas metano y los óxidos de nitrógeno; el efecto de estos gases es reducido en su forma natural, pero la actividad humana incrementa su producción. El metano se produce de forma natural en la descomposición de la materia orgánica muerta, especialmente en zonas pantanosas, y la explotación agrícola intensiva incrementa enormemente la cantidad de metano liberada a la atmósfera. Los óxidos de nitrógeno son producidos de forma natural por las bacterias del suelo, pero también los emite a la atmósfera el funcionamiento de los motores de combustión interna. Si la actividad humana sobrepasase ciertos limites, podrían ser necesarias nuevas acciones para disminuir el efecto de estas actividades que actualmente tienen un efecto poco apreciable sobre la capa de ozono.

El agujero de la capa de ozono sigue creciendo anualmente. Se cree que a principios de los años 90 sólo un 20% de los CFCs producidos por la humanidad habrá alcanzado la estratósfera. En el año 2000, se empezarán a reducir los niveles de CFCs en la atmósfera, como resultado de la reducción de CFC propiciada por el acuerdo de Montreal. Y si se cumplen todos los tratados internacionales, dentro de cien años desaparecerán los CFCs de la alta atmósfera.

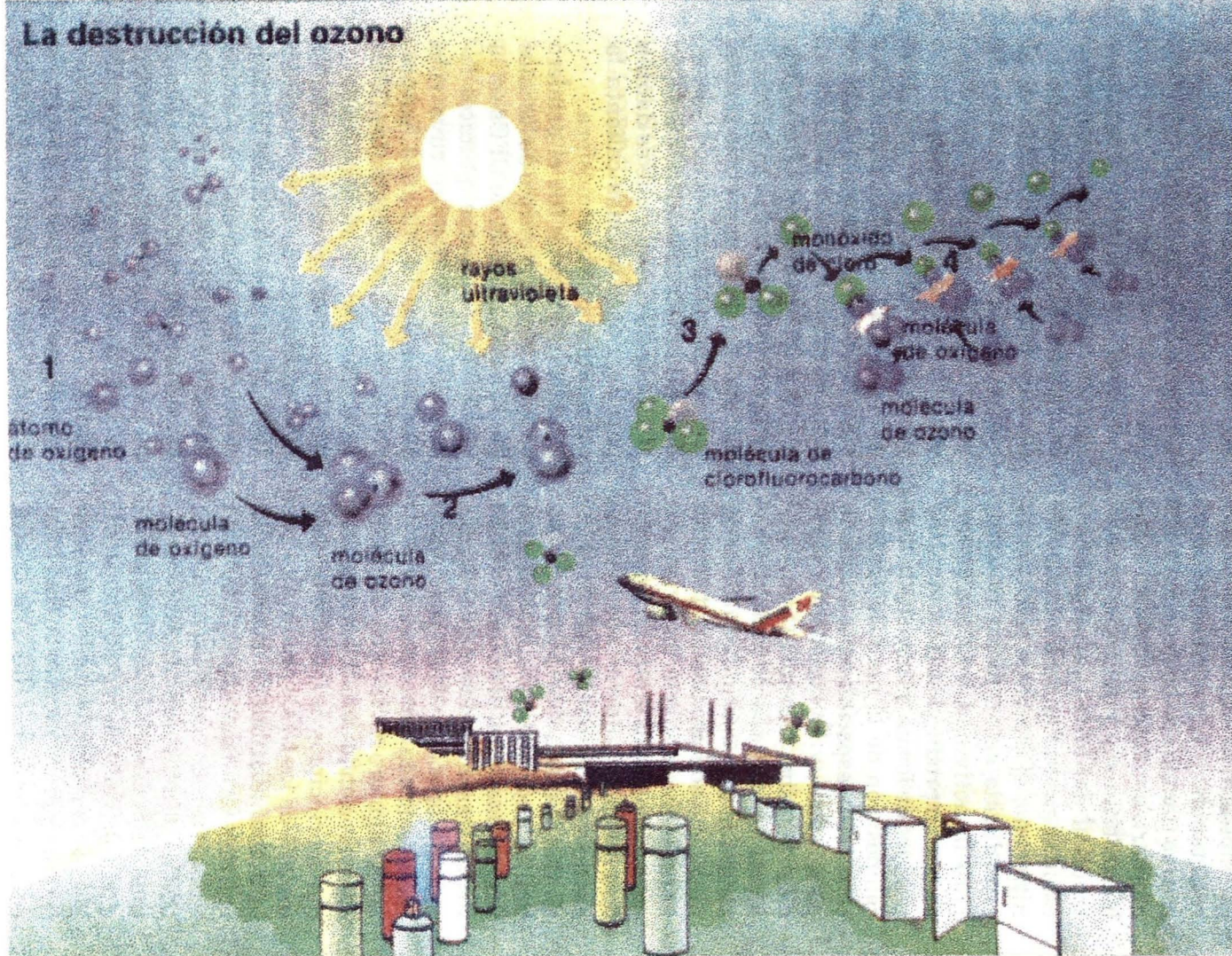
LA DISMINUCIÓN DEL OZONO

El cambio climátieo y la reducción del ozono están químicamente conectados. Ambos tienen un alcance mundial; no hay ningún sitio al que no lleguen sus efectos. Uno de los principales gases de efecto invernadero es el grupo de los CFCs, y dentro de éstos, los formulados como CFC 11 y CFC 12 son, además, los más activos en la destrucción del ozono.

La capa de ozono se encuentra en la estratósfera, entre 15 y 50 Km. por encima de la superficie terrestre. Actúa como un escudo, absorbiendo la radiacción ultravioleta de alta energía (UV-B), que es dañina para la vida y además calienta la capa externa de la atmósfera.

James Lovelock fue el primero en identificar, a principio de los años 60, la concentración de CFCs en la atmósfera, productos químicos fabricados por el hombre cuya vida activa supera los 70 años. La preocupación por el efecto de los CFCs en el ozono estratosférico aumentó, pero la primera evidencia clara de la disminución de ozono llegó en 1984 cuando los científicos británicos que trabajaban en la Antártida descubrieron un área, tan grande como los Estados Unidos, en la que no quedaba nada de ozono. Este es el conocido **"agujero en la capa de ozono"**, el resultado de complejas reacciones químicas en un vórtice circumpolar de lento movimiento

La destrucción del ozono

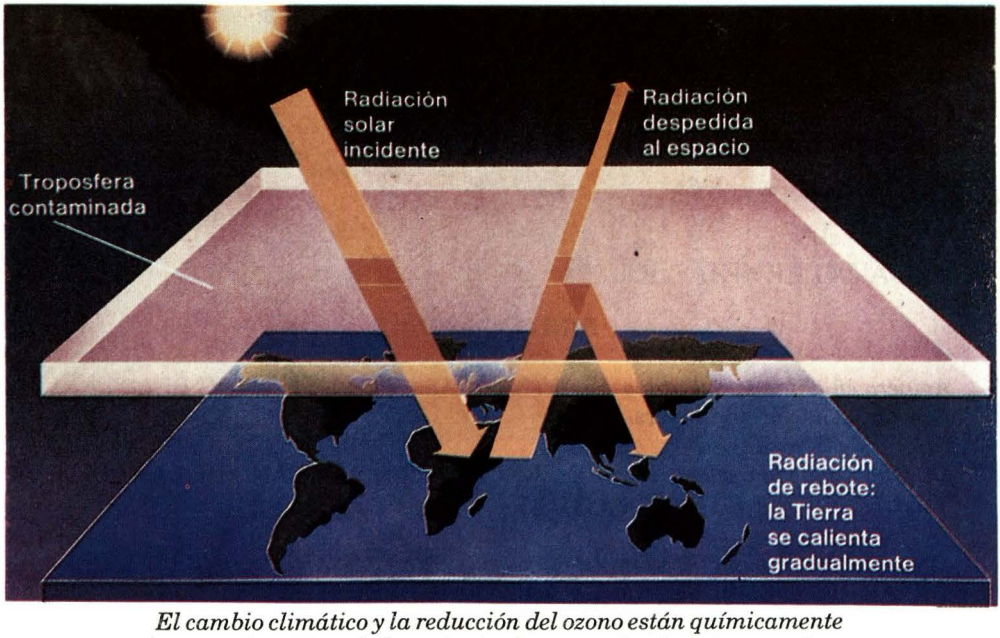


donde la interacción de los productos químicos, el sol primaveral y los cristales de hielo se convierten en fatales destructores del ozono. Desde 1979, alrededor de un 15% del ozono antártico ha sido destruido. Si el estudio se hiciera en forma local y episódica la cifra llegaría hasta un 98%.

En los últimos años se ha registrado cierta pérdida de ozono sobre el Ártico, aunque el alcance de la destrucción es mucho menor y no hay "agujero" como tal. De cualquier modo, la atmósfera del Ártico se encuentra "predispuesta" para seguir perdiendo ozono; si a esto sumamos la natural actividad química y el humo desprendido de la erupción del Monte Pinatubo, en Filipinas, en 1991, nos encontramos con que en la primavera de 1992 las pérdidas de ozono en el Ártico llegaron a un 15.18%.

Se estima que el porcentaje "previo" de pérdida de ozono podría ser de un 2% anual, pero no son los CFC los únicos contaminantes industriales que tienen la culpa. Varios "halones", entre ellos el tetracloruro de carbono y el cloroformo de metilo, utilizados como retardantes del fuego y disolventes, destruyen también el ozono estratosférico. Recientemente se ha descubierto que el metil-bromuro, utilizado como fungicida en muchas partes del mundo, es un potente destructor del ozono.

Irónicamente, dado que el ozono



El cambio climático y la reducción del ozono están químicamente conectados. Uno de los principales gases de efecto invernadero es el grupo de los CFCs.

calienta la atmósfera exterior, su pérdida debería contribuir a una reducción de los efectos de calentamiento del globo producidos por la CFC. La relación entre ambos no es ni mucho menos una anulación de efectos opuestos, y la pérdida del ozono estratosférico como escudo ante los rayos ultravioletas hay que considerarla una amenaza mucho más importante que su contribución al enfriamiento atmosférico.

Una mayor exposición a los rayos UV-B aumentaría potencialmente el número de enfermedades.

Un fino velo de ozono, allá arriba en la atmósfera de la Tierra, protege la vida, que existe bajo él, de aquella porción de radiacción solar ultravioleta que de otro modo causaría serios problemas en muchas formas de vida. A pesar de ello estamos dañando este velo de ozono mediante productos químicos liberados en la superficie de la Tierra. La disminución global de la capa de ozono es de alrededor de un 2% al año. Cada 1% de pérdida de ozono puede causar un aumento de alrededor del 2% en la peligrosa radiación ultravioleta.

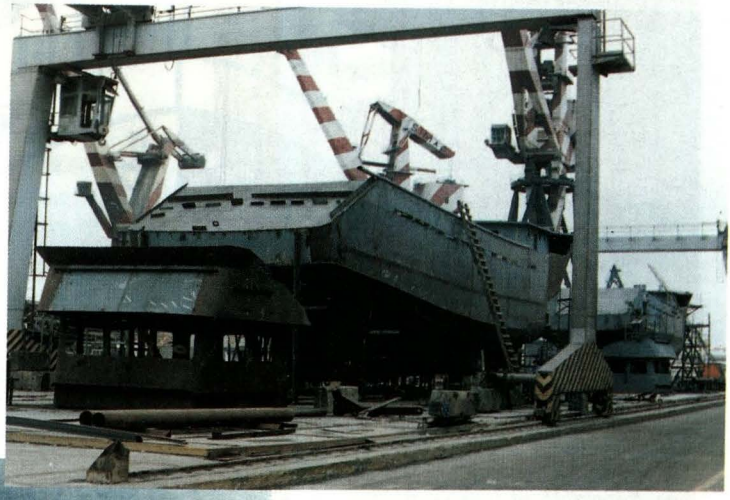
Las consecuencias de una mayor exposición a esta radiación representa una seria amenaza para la salud humana, así como para los animales, plantas y el medio ambiente. Ya existen casos de problemas de cataratas en ovejas del sur de Chile, donde el agujero en la capa de ozono está presente de forma regular en cada una de las primaveras del Polo Sur. Hasta ahora los trópicos son las únicas áreas que no están afectadas.

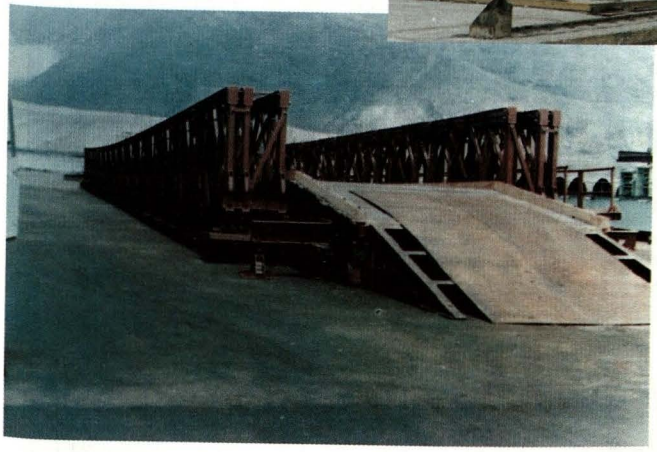
BIBLIOGRAFIA

- *Agujero en el mapa del ozono.* En: ATLAS *GALA* DE LA GESTION DEL PLANETA. Coordinador, Norman Myers.
- *Destrucción de la Capa de ozono.* En: ENCICLOPEDIA OCEANO DE LA ECOLOGIA. Vol. III.
- *Protección de la capa de ozono estratosférica.* En: TRATADO UNIVERSAL DEL MEDIO AMBIENTE. Vol. VI. Director: Felipe Rusa Tarrio.
- ATLAS MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y PRESERVACION DE LA NATURALEZA. Josep Cuello y Subirana.

SERVICIOS INDUSTRIALES
DE LA MARINA

SIMA–PERU S.A.

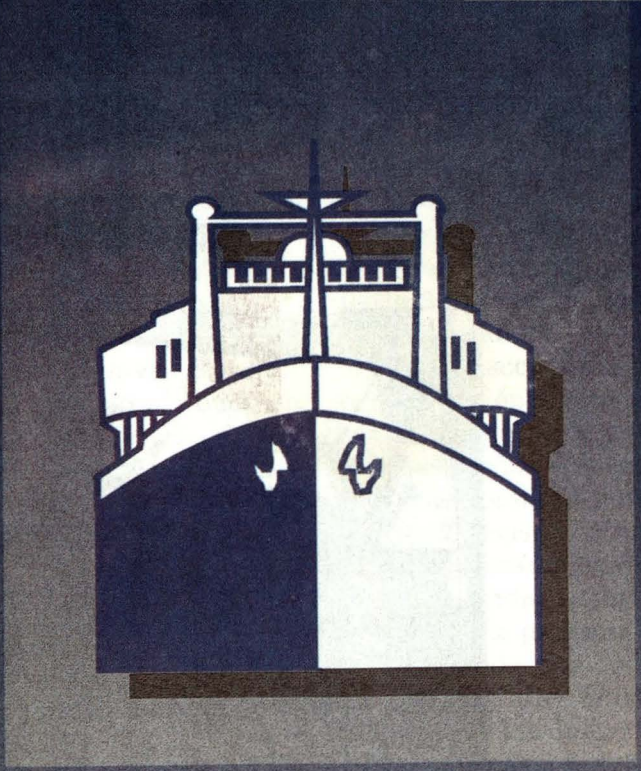




46 AÑOS CONTRIBUYENDO
AL
DESARROLLO NACIONAL

GERENCIA DE COMERCIALIZACIÓN

Av. Contralmirante Mora 1102
Base Naval, Callao
Tlfs. : (51-1) 465-7357 – 429-1081
Fax : (51-1) 465-0664



Consorcio Naviero Peruano S.A.

Av. Central 643 Piso 7 San Isidro - LIMA 27
Teléfono: 421-5800 Fax: 421-6852, 442-5136
Telex: 21063, 20074
FONONAVE:
421-5700 (Itinerario Vía Fax)