



CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El aire atmosférico se contamina de manera natural cuando se presenta un desastre, como una tormenta de arena, un huracán, la erupción de un volcán, un terremoto, un incendio causado por el intenso calor, etc. Sin embargo, casi todos los contaminantes que actualmente tiene nuestra atmósfera fueron lanzados por el ser humano, porque las industrias y los vehículos motorizados producen muchos gases venenosos, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), plomo (Pb), óxidos de nitrógeno (NO y NO_x), dióxido de azufre (SO₂), amoníaco (NH₃), muchos hidrocarburos como etano (CH₃CH₃), etileno (CH₂CH₂), propano (C₃H₈), butano (CH₃CH₂CH₂CH₃), pentano (C₅H₁₂), acetileno (HCCH) y metano (CH₄) y partículas en suspensión.

La ozonosfera beneficia mucho a nuestro planeta como capa protectora, pero el ozono (O₃) es un gas muy venenoso y causa graves daños a todas las formas de vida cuando se encuentra en la superficie terrestre. Por tanto, otro peligroso contaminante es el ozono, que en la troposfera se forma como reacción química entre los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y la luz solar.

LA CAPA DE OZONO (PROTECTORA DE NUESTRO PLANETA)

El ozono es un gas inestable, azul y de olor picante, cuya molécula está formada por tres átomos de oxígeno, por lo que su símbolo es O₃.

El Sol emite muchos tipos de radiaciones que son muy nocivas para los seres vivos, principalmente unas radiaciones invisibles denominadas rayos ultravioleta, pero la capa de ozono absorbe entre el 97 y 99% de estos rayos, actuando como un filtro que evita que lleguen a la Tierra.

El espesor de la capa de ozono se mide con la escala Dobson, en la que cada cien unidades corresponden a un milímetro de ozono comprimido. Con las imágenes de la ozonosfera enviadas a la Tierra por un satélite, en 1984 se descubrió que tenía un agujero a la altura de la Antártida. El fenómeno siguió estudiándose y ahora se sabe que la concentración de ozono situada por encima de la Antártida se ha reducido en un 70% y sobre el Ártico en un 30%. Además, el resto de la capa ha sufrido un adelgazamiento. Debido a los cambios de clima, el ozono disminuye en primavera y aumenta en verano, pero el agujero de la ozonosfera no obedece a causas naturales, sino a los contaminantes que el hombre lanza a la atmósfera, por lo que se dejan pasar las perjudiciales radiaciones solares antes mencionadas.

LA ATMÓSFERA

La atmósfera (del griego *athmos*, vapor, y *spheira*, esfera) es una capa de gases que rodea a la Tierra. Se compone de alrededor de 78% de nitrógeno (N), 21% de oxígeno (O), 0.93% de argón (Ar), 0.03% de dióxido de carbono (CO₂) y 0.04% de neón (Ne), helio (He) y otros gases.

Se divide en las siguientes cinco capas:

1) Troposfera (del griego *tropos*, dar la vuelta, y *spheira*, esfera): Se encuentra entre los 0 y los 15 Km. de altura. En esta capa se produce la mayoría de los fenómenos climáticos.

2) Estratosfera (del latín, *estrato*, capa y el griego *spheira*, esfera): Entre 15 y 50 Km. de altura. Algunos globos, aviones y pocas nubes la alcanzan.

3) Mesosfera (del griego *meso*, medio y *spheira*, esfera): Entre 50 y 80 Km. En esta capa arden los meteoros o estrellas fugaces.

4) Termosfera (del griego *termo*, calor, y *spheira*, esfera): Entre 80 y 500 Km. Aquí empieza la ionosfera, donde el aire está tan ionizado que es conductor de la electricidad.

5) Exosfera (del griego *exo*, fuera, y *spheira*, esfera): De los 500 a los 800 Km. La alcanzan los transbordadores espaciales. En ella se colocan los satélites artificiales y se dan los fenómenos luminosos de las auroras boreales y australes. La región más exterior de esta capa se llama magnetosfera, debido a que carece de oxígeno y está dominada por la fuerza del campo magnético terrestre.

En una región de la estratosfera, situada entre los 20 y 50 Km. de altura, se concentra el 90% del ozono de la atmósfera y forma una capa denominada ozonosfera. El resto del ozono se encuentra en la troposfera. Esta capa de ozono impide que la mayoría de las radiaciones emitidas por el Sol lleguen a la superficie terrestre. En el anverso, estos rayos se presentan en colores y se ilustra el modo en que la capa de ozono los detiene: Verde: Rayos X: Los descubrió el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923). Rojo: Luz infrarroja, descubierta por el astrónomo inglés William Herschel (1738-1822). Amarillo: Luz solar perceptible para el ojo humano. Violeta: Rayos ultravioleta que son muy perjudiciales para la vida.

EL EFECTO DE LOS CLOROFLUOROCARBONOS (CFC)

Los clorofluorocarbonos (CFC) constituyen un grupo de compuestos químicos que contienen cloro, flúor y carbono. Reciben el nombre comercial de freones y se usan como refrigerantes, extintores, aislantes y propulsores de aerosoles.

Estos compuestos destruyen la capa de ozono, porque cuando llegan a la estratosfera los rayos ultravioleta los descomponen y los hacen liberar cloro (Cl). En el anverso se muestran las reacciones químicas que producen los CFC: Cuando un rayo ultravioleta (1) entra en contacto con una molécula de CFC (2), ésta libera un átomo de cloro (3), el cual puede asociarse a una molécula de ozono (4), para producir oxígeno (5) y monóxido de cloro (6). Si una molécula de monóxido de cloro entra en contacto con un átomo de oxígeno libre (7), su reacción produce una molécula de oxígeno (8) y un átomo de cloro (9), el cual queda libre y puede destruir otra molécula de ozono. Se estima que esta reacción en cadena puede repetirse hasta 100,000 veces, y que la acción destructiva de los CFC es tan grande, que cada átomo de cloro es capaz de destruir hasta 30,000 moléculas de ozono.

Si los rayos ultravioleta no son absorbidos por las moléculas de ozono, éstos logran llegar a la superficie terrestre (10), causando enormes daños a todas las formas de vida.

FORMACIÓN Y DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO

El ozono se produce principalmente arriba del ecuador, donde la luz solar es más intensa. Los rayos ultravioleta descomponen las moléculas de oxígeno (O₂) en átomos sueltos (O). Estos átomos se unen a otras moléculas de oxígeno y forman el ozono (O₃), produciendo la siguiente reacción química: O + O₂ = O₃

A su vez, los rayos ultravioleta descomponen el ozono en átomos y moléculas de oxígeno, que quedan nuevamente libres para repetir el proceso.

En el anverso se ilustran estas reacciones en cadena: El ozono se forma en la estratosfera cuando un rayo ultravioleta (1) entra en contacto con una molécula de oxígeno (2) y la descompone en dos átomos de oxígeno. Cada uno de estos átomos puede asociarse a otra molécula de oxígeno (3) y crear una molécula de ozono (4). Cuando el ozono absorbe los rayos ultravioleta (5), utiliza la energía de éstos para descomponerse en una molécula de oxígeno (6) y un átomo libre (7). Este átomo libre puede entrar en contacto con otra molécula de ozono (8) y formar dos moléculas de oxígeno (9). De este modo, se establece un equilibrio entre la formación y la destrucción del ozono.

Los únicos rayos ultravioleta que logran alcanzar la superficie de nuestro planeta son los que durante el transcurso de su largo viaje del Sol a la Tierra, no entran en contacto con ninguna molécula de oxígeno ni de ozono (10).

ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Se obtienen de recursos renovables que no son contaminantes, a fin de sustituirlas por energías que contaminan mucho y pronto se agotarán, como es el caso de los combustibles fósiles.

Estas energías limpias e inagotables, también llamadas energías verdes, son:

- Energía eólica: Se obtiene del viento con unas máquinas denominadas aerogeneradores (1).
- Energía solar: Se obtiene del Sol, mediante la instalación de fotoceldas (2). En la ilustración aparece un automóvil (3) con paneles que convierten la luz del Sol en electricidad.
- Energía hidráulica: De las cascadas.
- Energía mareomotriz: De las mareas.
- Energía undimotriz: De las olas.
- Energía geotérmica: Del calor del subsuelo.
- Energía de la biomasa: De la descomposición de residuos orgánicos.

DAÑOS PROVOCADOS POR LA DESTRUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO

Si la capa de ozono fuera destruida, la vida acabaría definitivamente en el planeta, ya que la temperatura aumentaría tanto que los hielos de las zonas polares se derretirían y el nivel del mar se elevaría hasta sumergir a todas las regiones costeras (ver ilustración). Estos cambios climáticos también provocarían un sinfín de desastres naturales. Además, las radiaciones ultravioleta emanadas del Sol llegarían hasta la Tierra causando daños irreversibles a todas las formas de vida, pues estos rayos matan a las plantas y en el hombre y los animales dañan los tejidos, producen severas quemaduras, provocan cáncer de piel y cataratas, debilitan el Sistema Inmunológico e incluso son capaces de destruir el material genético de las células vivas, causando mutaciones y diversos tipos de cáncer.

PROTOCOLOS DE MONTREAL Y KYOTO

El 16 de septiembre de 1987, la Asamblea General de las Naciones Unidas se reunió en Montreal, Canadá, y representantes de varios países firmaron el Protocolo de Montreal, en el que se comprometieron a reducir al 50% la producción de fluoroclorocarbonos en diez años. Por ello se proclamó el 16 de septiembre como el Día Internacional para la Preservación de la Capa de Ozono. Como el agujero de la ozonosfera siguió creciendo, se decidió eliminar totalmente la producción de CFC. Para evitar el cambio climático, el 11 de diciembre de 1997, las naciones industrializadas se reunieron en Kyoto, Japón, y se comprometieron a reducir las emisiones de gases nocivos. Sin embargo, la India y China se negaron a respaldar el pacto, porque desean industrializarse hasta alcanzar el nivel de las potencias industriales. Lamentablemente anteponen sus intereses económicos a los de la vida.

TEORÍA DEL DOCTOR MARIO JOSÉ MOLINA HENRÍQUEZ (Nacido en 1943)

Este científico mexicano, nacionalizado estadounidense, es ingeniero químico y doctor en Fisicoquímica. En 1974, estudió con F. Sherwood Rowland los fluoroclorocarbonos y ambos escribieron un artículo para la revista Nature, en el que advirtieron que estos compuestos perforan la capa de ozono. En un principio no contaron con la aprobación de sus colegas, pero insistieron tenazmente hasta que lograron que la comunidad científica internacional prestara atención a este peligro y controlara las emisiones de dichos gases. Por tan valiosa aportación a la conservación del medio ambiente, Molina y Rowland fueron galardonados con el Premio Nobel de Química de 1995, que compartieron con el danés Paul J. Crutzen, quien también había estudiado la destrucción de la ozonosfera. En el anverso aparecen las imágenes evidenciadas por algunos satélites, en las que puede apreciarse cómo ha aumentado el tamaño del agujero de la capa de ozono.