

Capa de ozono: una defensa natural contra la radiación UV

Ozone Layer: A natural defense against UV radiation

Por Francisco Javier de la Cruz Lugo y Jorge López Lemus

Resumen: El ozono es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno (O_3) dispuestos en una geometría tetragonal, similar a la estructura del agua. Estas moléculas en conjunto forman la capa de ozono que se encuentra en la estratósfera entre 15 y 35 kilómetros sobre la superficie de la Tierra. Una de las funciones importantes de la capa de ozono es absorber la mayor parte de la radiación ultravioleta (uv) que proviene del Sol. Este texto explica a detalle el funcionamiento de esta capa protectora y sus posibilidades de regeneración a través de las restricciones de productos tóxicos que marcan los acuerdos internacionales.

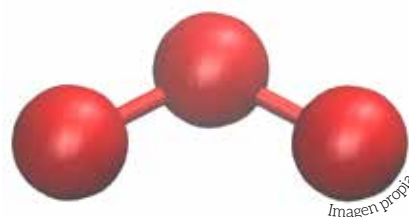
Palabras clave: capa de ozono, molécula de oxígeno, radiación ultravioleta.

Abstract: Ozone is a molecule composed of three oxygen atoms (O_3) arranged in a tetragonal geometry, similar to the structure of water. These molecules form the so-called ozone layer, located in the stratosphere between 15 and 35 kilometers above the Earth's surface. One of its key functions is to absorb most of the ultraviolet (uv) radiation emitted by the Sun. This text explains in detail how this protective layer works and its potential for regeneration through restrictions on toxic products set out in international agreements.

Keywords: ozone layer, oxygen molecule, ultraviolet radiation.

La capa de ozono se forma mediante reacciones fotoquímicas promovidas por la radiación uv proveniente del Sol, este proceso es conocido como el ciclo de Chapman. Primero, sucede la fotodisociación del oxígeno molecular, donde la radiación uv rompe las moléculas en dos átomos de oxígeno (O). Después, el ozono (O_3) se forma por la reacción de los átomos de oxígeno con las moléculas de oxígeno. Por último, el ozono (Figura 1) se descompone por una reacción química en la que los átomos de oxígeno forman moléculas O_2 , y por la llamada fotólisis, causada por la radiación uv con longitud de onda de 200 a 310 nanómetros (nm), ya que descompone el ozono en moléculas y átomos de oxígeno.

Figura 1. Molécula de ozono





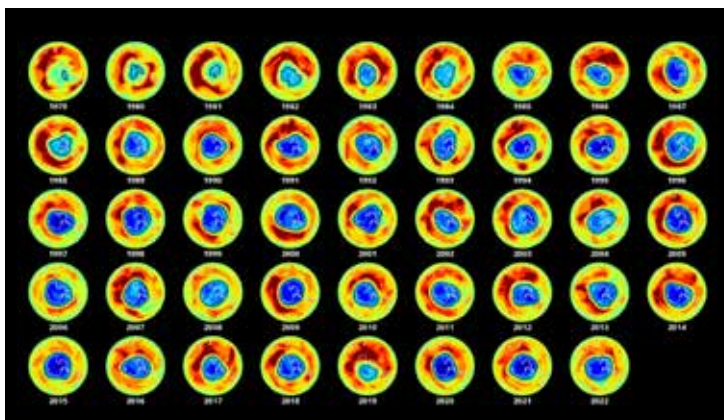
Existe una clasificación de la radiación uv: uva, uvb y uvc, según sus longitudes de onda de 315 a 400 nm, de 280 a 315 nm y de 100 a 280 nm, respectivamente. Los rayos uva, poco absorbidos por la capa de ozono, provocan envejecimiento prematuro y están asociados a ciertos tipos de cáncer. La exposición a la radiación uvb incrementa el riesgo de cáncer de piel, causa quemaduras solares y puede dañar el ADN. La mayor parte de esta radiación es bloqueada por la capa de ozono, que permite el paso de solo 5%. Finalmente, tenemos a la peligrosa radiación uvc, la cual se absorbe totalmente por la capa de ozono.

Los agentes que mayormente contribuyen a la destrucción de la capa de ozono son los llamados clorofluorocarbonos (CFCs), que han sido usados en aparatos de refrigeración, aerosoles, entre otros, y se descomponen al llegar a la estratósfera debido a la radiación uv y liberan átomos de cloro (Cl) que actúan como promotores en la destrucción del ozono (Molina y Rowland, 1974). El mismo efecto provoca el bromo (Br) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), entre otros compuestos (Crutzen, 1970).

Entre las investigaciones para comprender la generación y destrucción del ozono, resalta el trabajo de Paul Jozef Crutzen, Frank Sherwood Rowland y José Mario Molina-Pasquel Henríquez, quienes demostraron que los productos CFCs y NO_x destruyen el ozono, lo que les valió el Premio Nobel de Química de 1995. La detección de un agujero en la capa de ozono sobre la Antártida causó alarma en la década de los años ochenta (Figura 2). En 1987 se firmó el llamado Protocolo de Montreal (PNUMA, 2016), que

entró en vigor hasta 1989; este acuerdo internacional se diseñó para reducir y eliminar el uso de sustancias que dañan el ozono. La NASA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica estiman que la capa de ozono podría recuperarse en 2066.

Figura 2. Monitoreo del agujero de la capa de ozono sobre la Antártida



Fuente: Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS)/ECMWF.

Referencias

- Crutzen, P. J. (1970). "The influence of nitrogen oxides on atmosphere ozone content.", en *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 96, núm. 408, pp. 320-325.
- Molina, Mario J., y F.S. Rowland (1974). "Stratospheric sink for chlorofluoromethanes-chlorine atom catalyzed destruction of ozone", en *Nature*, vol. 810,
- PNUMA (2016). *Manual del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*. <<https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/mp-handbook-2016-spanish.pdf>>.



Francisco Javier de la Cruz Lugo es estudiante de la Licenciatura en Física de la UAEMéx. Su área de interés es la simulación molecular a nivel clásico y cuántico.



Jorge López Lemus es profesor e investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias de la UAEMéx. Tiene experiencia en el estudio y modelado del ozono, separación de contaminantes del agua y del gas natural. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, Nivel II.