

¿CUÁL ES EL ORIGEN DEL OZONO EN LA ATMÓSFERA?

2

El ozono es una molécula formada por tres átomos de oxígeno, y de esta forma se transcribe en nomenclatura química: O_3 . A temperatura y presión ambiente se encuentra en forma de gas, como un componente más de la atmósfera.

Está presente en dos niveles de la atmósfera: en las proximidades del suelo, en la baja troposfera (capa que puede alcanzar hasta los 12 km de altura), y en niveles altos, en la estratosfera (con espesores típicos entre los 12 y los 50 km).

El ozono es un compuesto químico muy similar al oxígeno que respiramos, constituido por tres átomos $-O_3-$, frente a los dos $-O_2-$ que forman las moléculas de oxígeno; además, el ozono es también un componente natural de la atmósfera, si bien su concentración es mucho menor que la del propio oxígeno.

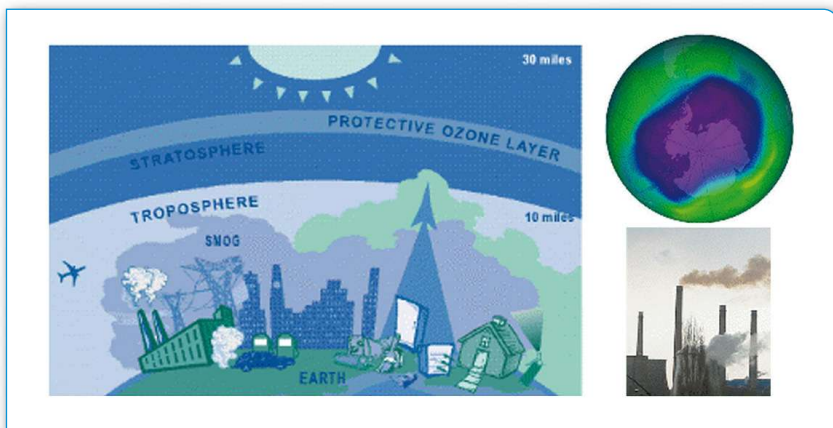
En la estratosfera forma una capa con elevadas concentraciones (con el máximo en torno a los 25 km) que filtra los rayos ultravioletas dañinos para el ser humano (radiación eritemática), evitando que alcancen la superficie terrestre. En estos niveles el ozono se forma principalmente por acción de la radiación solar sobre el oxígeno atmosférico (las moléculas de oxígeno se rompen en sus átomos -disociación radiativa- que se recombinan posteriormente en forma de moléculas de ozono).

Por el contrario, el ozono que está presente en las proximidades del suelo tiene su origen principalmente en las reacciones químicas que se producen en la propia troposfera a partir de otros contaminantes (compuestos precursores), que reaccionan bajo la acción de la luz solar (reacciones fotoquímicas). Es por ello que se suele referir al ozono como un contaminante secundario (no se emite directamente como resultado de una actividad concreta) de origen fotoquímico.

Estos procesos fotoquímicos se producen de manera natural (a partir de emisiones de las plantas y otros seres vivos), por lo que siempre existe una cierta concentración de ozono en los niveles superficiales. Es solo al alcanzar concentraciones elevadas, como resultado de la actividad humana, cuando se considera un serio contaminante atmosférico.

Otros mecanismos pueden dar lugar también al incremento de la concentración de ozono superficial: por exposición a fuertes campos electromagnéticos (como por ejemplo en tormentas con aparato eléctrico), o por aporte desde los niveles altos estratosféricos (intrusiones estratosféricas, susceptibles de producirse en procesos convectivos muy intensos, durante el paso de frentes, etc.). Sin embargo se trata de procesos puntuales, y ninguno de los mecanismos anteriores explica el incremento de las concentraciones de ozono superficiales que ha evolucionado parejo al desarrollo industrial, y que tiene un origen fundamentalmente fotoquímico, a partir de la transformación de los precursores.

Estos compuestos precursores son principalmente óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV), que son emitidos por el hombre en los procesos industriales y en la quema de combustibles fósiles (grandes centros de combustión y tráfico principalmente). En la naturaleza, el suelo y las plantas también emiten NO_x y COV (fuentes biogénicas).



El ozono atmosférico tiene distinto origen: en la estratosfera se forma a partir de la radiación solar, y actúa de forma beneficiosa (ozono bueno) como filtro atrapando la radiación ultravioleta, que es nociva para la vida; en la troposfera (capa más próxima a la superficie) el ozono se produce principalmente por reacciones químicas a partir de otros compuestos, emitidos en gran medida como resultado de la acción humana (precursores), y constituye un contaminante pernicioso para la salud (ozono malo).

En las proximidades de las fuentes (ciudades, carreteras, industrias, etc.), las emisiones frescas pueden reaccionar con el ozono y reducir localmente su concentración. Pero a cierta distancia se reactiva la formación fotoquímica de ozono. Es por ello que las concentraciones de ozono normalmente son bajas en los centros urbanos e industriales, incrementándose en las afueras y en zonas rurales a sotavento de tales núcleos.

El ozono y sus precursores pueden ser transportados a largas distancias (contaminación transfronteriza), dando lugar potencialmente a problemas de contaminación en áreas muy alejadas de las fuentes de origen.

Dado que para la formación de ozono es necesaria la presencia de luz solar, las concentraciones de ozono presentan variaciones según la hora del día y la estación del año. Las mayores concentraciones se dan durante los meses de primavera-verano. Durante el día los máximos de ozono se dan a partir del mediodía, cuando la radiación es más alta.

Durante la noche no hay formación fotoquímica de ozono, y por el contrario se destruye al reaccionar con otros compuestos emitidos. Sin embargo, en las zonas rurales, donde el aire está más limpio y no existen grandes concentraciones de otras sustancias, las concentraciones de ozono pueden permanecer relativamente altas en las horas nocturnas.

La orografía y el clima de cada zona pueden inducir comportamientos específicos en las concentraciones de ozono, que deberán ser valoradas cuidadosamente en cada caso para comprender su propia etiología. Como ejemplo, en la Comunidad Valenciana, la presencia de la brisa marina favorece la recirculación de los contaminantes durante varios días, sin apenas renovación de la masa aérea, lo que se traduce en un incremento paulatino de las concentraciones de ozono.

El ozono se concentra en dos estratos de la atmósfera: en la capa más baja (troposfera) actúa como un contaminante (ozono malo), que se forma a través de reacciones en las que intervienen sustancias emitidas por el tráfico, la industria y la vegetación.

En la estratosfera (de 12 a 50 km) el ozono se encuentra en concentraciones muy superiores y se origina a partir de la radiación solar; su efecto es beneficioso, siendo el responsable de filtrar la radiación ultravioleta-b, dañina para los seres vivos, evitando que alcance la superficie terrestre (ozono bueno).