



# Química de la contaminación atmosférica

**Equipo docente:**  
**M. Carmen Gómez Navazo**  
**Eduardo de la Torre Pascual**

## QUÍMICA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

### Autotest de evaluación-Soluciones

### TEMA 3

#### 1) Falso

A la atmósfera se emiten diferentes gases como CO, NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, etc, procedentes de fuentes tanto naturales como de fuentes antropogénicas, que son eliminados por los procesos de oxidación que tienen lugar en la atmósfera. Sin embargo, **ninguno de ellos reacciona directamente con O<sub>2</sub>, debido a que la energía de activación de estos procesos es demasiado alta.**

La gran importancia del radical hidroxilo, °OH, en química troposférica es debido a que es esta especie, y no el O<sub>2</sub>, la que inicia la oxidación de prácticamente todos los gases reducidos. Las reacciones de oxidación, que son vitales para limpiar la atmósfera, comienzan principalmente por el ataque del radical °OH, que actúa como catalizador en la oxidación atmosférica de la mayoría de gases reducidos, y es efectivo incluso a bajas concentraciones en el aire (1·10<sup>6</sup> moléculas·cm<sup>-3</sup> frente al 0,21% que supone el O<sub>2</sub> en promedio).

#### 2) Falso

La formación de radicales nitrato (NO<sub>3</sub>°) **no es fotolítica.** Se forman por **oxidación de NO<sub>2</sub> por O<sub>3</sub>, sólo durante la noche**, ya que en presencia de luz solar los radicales NO<sub>3</sub>° se fotolizan rápidamente.

Los radicales NO<sub>3</sub>° son las principales especies oxidantes nocturnas, cuya formación no es fotolítica, sino que está limitada por el O<sub>3</sub> disponible, y éste a su vez, condicionado por la abundancia de NO<sub>2</sub>.

#### 3) Verdadero

El NO<sub>2</sub> y el NO<sub>3</sub>° establecen un equilibrio con formación de N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. El equilibrio se alcanza rápidamente a temperatura ambiente y 1 atmósfera de presión. El N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> puede actuar como reserva temporal de NO<sub>3</sub>°, formándose en las regiones más frías:



Siendo transportado a zonas más cálidas, donde el N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se descompondría en NO<sub>3</sub>° y NO<sub>2</sub>:



#### 4) Falso

Las concentraciones de radical  $\cdot\text{OH}$  varían con la hora del día, latitud, altitud y época del año, como ocurre con algunos de sus precursores, decaen a cero en las horas centrales nocturnas y **las concentraciones máximas de radical  $\cdot\text{OH}$  se alcanzan a mediodía, en verano y en el ecuador**, de acuerdo con la disponibilidad de radiación. La concentración global media diaria, promediada anualmente en la capa límite atmosférica en periodos de 24h, se estima en  $1 \cdot 10^6$  moléculas $\cdot\text{cm}^{-3}$ . A pesar de su alta reactividad, se mantiene a concentraciones apreciables, porque **se regenera en varios de los procesos en cadena en los que participa**. Además **no reacciona con  $\text{O}_2$ , por lo que permanece libre**.

#### 5) Falso

El término  $\text{NO}_y$  se refiere a los compuestos de nitrógeno *reactivos* en la atmósfera, por lo que **no incluye el óxido nitroso,  $\text{N}_2\text{O}$** , al ser un óxido de nitrógeno muy poco reactivo en la troposfera, con un tiempo de residencia medio de más de 100 años.

Los compuestos de nitrógeno reactivo en la troposfera están presentes como  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OONO}_2$  (PAN), y otros nitratos orgánicos. La suma de las concentraciones de estas especies, constituyen los  $\text{NO}_y$  o compuestos de nitrógeno *reactivos*, que controlan de manera importante el ozono, la capacidad oxidante de la atmósfera, y los niveles de acidez a escala global.

#### 6) Verdadero

El metano ( $\text{CH}_4$ ) no es muy soluble en agua, no absorbe luz solar y no contiene enlaces múltiples, por lo que su oxidación en la troposfera se inicia por ataque del radical  $\cdot\text{OH}$ , dando lugar a **formaldehído (HCOH) como primer intermediario estable**. El monóxido de carbono (CO) también es un intermediario de la oxidación del  $\text{CH}_4$ . De hecho, la mayor parte del CO que está presente en atmósferas limpias proviene de esta fuente. Finalmente, el carbono, en su forma totalmente oxidada de  $\text{CO}_2$ , se genera a partir del metano como producto final.

#### 7) Falso

El smog fotoquímico se produce por la mezcla de contaminantes de origen primario (precursores, principalmente  $\text{NO}_x$  y COVs) con otros secundarios (ozono troposférico, *peroxiacetilnitratos (PAN)*, etc..) que se forman por reacciones inducidas por la luz solar. Las reacciones que se inician, conducen

finalmente a la formación de oxidantes fotoquímicos (**el metano no puede ser uno de los productos, ya que es una especie reducida**) como ozono, aldehídos, peróxido de hidrógeno, nitratos de peroxiacetilo (PANs), ácidos orgánicos e inorgánicos y **partículas finas**.

## 8) Falso

**Las normas de calidad del aire de la UE son menos estrictas** en comparación con las directrices de la OMS en el caso del ozono. Los límites de calidad del aire de la UE, abordan los efectos en la salud a corto y largo plazo, en la mayoría de casos son jurídicamente vinculantes, y deben tener en cuenta la viabilidad técnica y los costes y beneficios del cumplimiento. Así, establecen un **valor objetivo de  $120 \mu\text{gO}_3 \cdot \text{m}^{-3}$  (máx diario 8h.)**, que se puede superar **25 días al año, en un promedio de 3 años**.

Sin embargo, las **directrices de calidad del aire de la OMS** se basan en pruebas científicas de los efectos que tiene la contaminación atmosférica en la salud, por lo que son más estrictas, y han establecido un **valor guía de  $100 \mu\text{gO}_3 \cdot \text{m}^{-3}$  (máx diario 8h.)**, y **no permite superaciones**.

## 9) Falso

El control de ozono es un problema de calidad de aire a **escala regional y no solo local**. El relativamente largo tiempo de residencia en la atmósfera del  $\text{O}_3$  y de algunos de sus precursores, facilita su transporte a diferentes escalas.

Las áreas suburbanas o rurales reciben el  $\text{O}_3$  que se va generando durante el transporte de masas de aire contaminadas, que llegan "envejecidas" a estos entornos poco contaminados, en los que no existe NO local que lo pueda consumir. Así, de la concentración de ozono que se mide en un punto solo una parte de ella, la que se puede asignar a fuentes identificables, es gestionable mediante **medidas de reducción a nivel local** (dentro y/o fuera de la zona en la que este punto se localiza). El resto solo será abordable mediante **medidas a escala nacional e internacional**.

## 10) Falso

La concentración de NO es un factor crítico en la química de la troposfera natural. De hecho, durante el proceso de oxidación del CO y del  $\text{CH}_4$  **se puede producir  $\text{O}_3$  o puede que no se produzca, dependiendo de la concentración de NO**.

En atmósferas limpias, las concentraciones de COVs son relativamente pequeñas, por lo que los mecanismos de formación de ozono troposférico se rigen por la oxidación del CO y del  $\text{CH}_4$  en lugar de los COVs.