

Lección 1

La meteorología y la atmósfera

Esta lección ofrece una introducción a la meteorología y un panorama de la atmósfera. En esta lección también se explica la importancia de la meteorología para comprender el transporte y la dispersión de la contaminación del aire.

Meta

Proporcionar una visión general de la meteorología de la contaminación del aire y la atmósfera y explicar la importancia de la meteorología en los estudios sobre la contaminación del aire.

Objetivos

Al final de esta lección, podrá:

1. Definir el término *meteorología*.
2. Definir el término *meteorología de la contaminación del aire*.
3. Describir cómo se usa la meteorología de la contaminación del aire.
4. Nombrar las cuatro capas de la atmósfera e identificar cuál es la más importante en la meteorología de la contaminación del aire.

Introducción

La **meteorología** es la ciencia de la atmósfera. La atmósfera es el medio en el que se emiten los contaminantes del aire. Procesos atmosféricos tales como el movimiento del aire (viento) y el intercambio de calor (por ejemplo, la convección y la radiación) determinan el destino de los contaminantes a medida que pasan por las etapas de transporte, dispersión, transformación y remoción. La **meteorología de la contaminación del aire** es el estudio de cómo estos

procesos atmosféricos afectan el destino de los contaminantes del aire.

El conocimiento de la meteorología de la contaminación del aire sirve para manejar y controlar la descarga de contaminantes en el aire en exteriores. El control de la descarga de estos contaminantes ayuda a asegurar que las concentraciones de este tipo de sustancias en el ambiente cumplan con los estándares de calidad del aire en exteriores. Además, este conocimiento es esencial para entender el destino y transporte de las sustancias contaminantes del aire.

Composición de la atmósfera

La atmósfera rodea la Tierra y rota con ella a medida que gira alrededor del sol. Como lo señala el cuadro 1-1, el aire seco está compuesto por aproximadamente 78 por ciento de nitrógeno, 21 por ciento de oxígeno y uno por ciento de argón, también existen gases traza como el dióxido de carbono, el neón y el helio. Si bien el aire contiene poco vapor de agua, Este absorbe seis veces más radiación que cualquier otro componente atmosférico, por lo cual es un elemento muy importante de la atmósfera.

Cuadro 1-1. Composición química del aire atmosférico seco	
Sustancia	Concentración (ppm)¹
Nitrógeno	780.900
Oxígeno	209.400
Argón	9.300
Dióxido de carbono	315
Neón	18
Helio	5,2
Metano	2,3
Criptón	0,5
Hidrógeno	0,5
Xenón	0,08
Dióxido de nitrógeno	0,02
Ozono	0,01-0,04

¹ ppm es una abreviatura para expresar partes por millón. Para convertir una concentración expresada como ppm a otra expresada como el porcentaje de un total, se debe dividir la concentración de ppm entre 10,000.

Fuente: *Handbook of Air Pollution*, 1968.

Capas de la atmósfera

La atmósfera está dividida en cuatro capas: la troposfera, la estratosfera, la mesosfera y la termosfera (figura 1-1). La troposfera, la capa más baja, está compuesta por casi tres cuartos de la masa atmosférica y contiene casi todos los componentes hídricos de la atmósfera (vapor, nubes y precipitación). La troposfera –donde se encuentran las masas de aire, los frentes y las

tormentas— es la capa más agitada y la que determina el clima de la Tierra. La profundidad de la troposfera varía con la latitud y la estación. La parte superior de la troposfera (tropopausa) está aproximadamente a 16,5 km (54.000 pies) sobre el ecuador y a 8,5 km (28.000 pies) sobre los polos. Los cambios estacionales determinan el grosor de la troposfera y hacen que sea más gruesa en verano (cuando el aire es más cálido) que en invierno. La profundidad de la troposfera cambia constantemente debido a variaciones de la temperatura atmosférica.

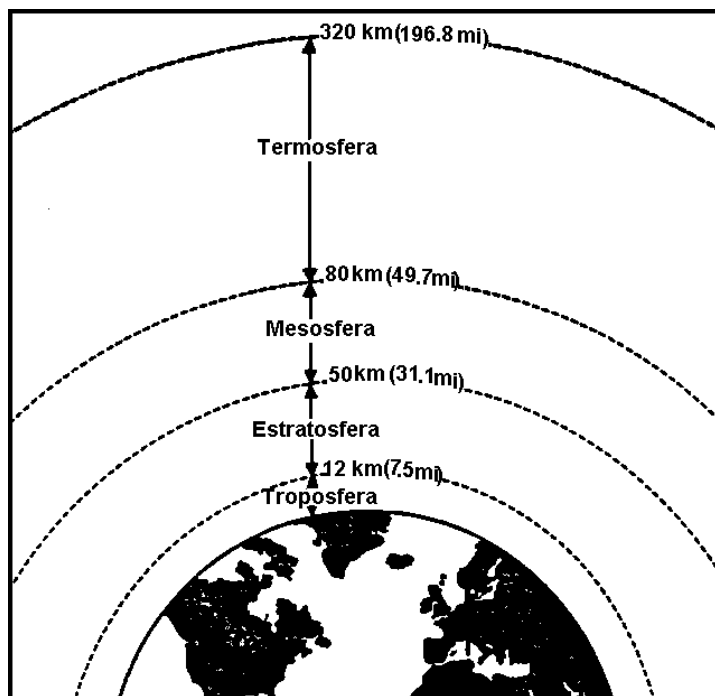


Figura 1-1. Las cuatro capas atmosféricas
Fuente: Moran y Morgan, 1994.

Casi toda la contaminación del aire en exteriores se emite en la troposfera. El transporte de la contaminación del aire está determinado por la velocidad y la dirección de los vientos. La tasa de dispersión depende de la estructura térmica de la atmósfera, así como de la agitación mecánica del aire a medida que se desplaza sobre los diferentes accidentes geográficos. La radiación solar y la humedad, así como otros componentes de la atmósfera, causan un impacto en la transformación de las sustancias contaminantes emitidas en el aire. La remoción de los contaminantes no sólo depende de sus características sino también de fenómenos climáticos como la lluvia, la nieve y la niebla. Estos fenómenos meteorológicos interactivos se estudian como parte de la meteorología de la contaminación del aire.

La importancia de la meteorología de la contaminación del aire

Como la atmósfera es el medio en el que se liberan los contaminantes, el transporte y la dispersión de estas descargas depende en gran medida de parámetros meteorológicos. Para realizar actividades relativas a la planificación de la calidad del aire es imprescindible comprender la meteorología de la contaminación del aire y su influencia en la dispersión de las sustancias contaminantes. Los planificadores emplean este conocimiento para ayudar a localizar las estaciones de monitoreo de contaminación del aire y para desarrollar planes de implementación orientados al cumplimiento de los estándares de calidad del aire en exteriores. La meteorología se usa para predecir el impacto ambiental de una nueva fuente de contaminación del aire y para determinar el efecto de las modificaciones de las fuentes existentes en la calidad del aire.

Cuando se desarrollan condiciones meteorológicas que no conducen a la dispersión de las sustancias contaminantes, los organismos gubernamentales encargados de controlar la contaminación del aire deben actuar rápidamente para asegurar que los contaminantes no se concentren en niveles inaceptables en el aire que respiramos. Cuando estos niveles son excesivamente altos, se produce un caso de contaminación del aire y se deben reducir las emisiones en la atmósfera. El caso de Donora, Pensilvania, en los Estados Unidos de América, es un ejemplo extremo de esta situación. En 1948, Donora sufrió un episodio catastrófico de contaminación del aire. Donora está ubicada en el fondo de un valle rodeado por colinas ondulantes. Los habitantes del pueblo estaban acostumbrados a recibir algunas emisiones provenientes de la fábrica local de acero, fundiciones de zinc y plantas de ácido sulfúrico. Sin embargo, no estaban preparados para recibir las concentraciones peligrosamente altas de contaminantes que en ese año se produjeron sobre el pueblo. Las condiciones meteorológicas de Donora durante este período de cinco días (sistema de alta presión y una fuerte inversión de temperatura) produjeron vientos ligeros y nieblas densas. El aire no se pudo mover ni horizontal ni verticalmente y permaneció sobre el pueblo. Las fábricas siguieron operando y liberando sustancias contaminantes. Como consecuencia, mucha gente se enfermó y murieron 22 personas. Finalmente, cuando el patrón climático cambió, las altas concentraciones de contaminantes disminuyeron, los vientos se elevaron y empezó a llover (Ahrens 1993).

Ejercicio de revisión

1. Los dos principales componentes de la atmósfera son _____ y

_____ . _____

2. ¿Cuáles son los componentes atmosféricos que absorben mayor radiación?

_____ . _____

3. ¿Cuáles son las cuatro capas de la atmósfera?

_____ . _____

4. ¿Verdadero o falso? La estratosfera es la capa más baja de la atmósfera, donde se emiten casi todos los contaminantes del aire.

a. Verdadero

b. Falso

5. Defina la meteorología.

_____ . _____

6. Defina la meteorología de la contaminación del aire.

_____ . _____

Respuestas del ejercicio de revisión

1. Nitrógeno
Oxígeno

Los dos componentes principales de la atmósfera son el nitrógeno y el oxígeno.

2. Vapor de agua
El vapor de agua absorbe más radiación que cualquier otro componente atmosférico.

3. Troposfera
Estratosfera
Mesosfera
Termosfera

Las cuatro capas de la atmósfera son la troposfera, la estratosfera, la mesosfera y la termosfera.

4. b. Falso

La troposfera es la capa más baja de la atmósfera, donde se emiten casi todos los contaminantes del aire.

5. La meteorología es la ciencia de la atmósfera.
6. La meteorología de la contaminación del aire es el estudio de cómo los procesos atmosféricos afectan el destino de la contaminación del aire.

Bibliografía

Ahrens, C. D., 1993. *Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere*. Minneapolis: West Publishing.

Demillo, R., 1994. *How Weather Works*. Emeryville, CA: Ziff Davis Press.

Handbook of Air Pollution, 1968. PHS Publication AP-44 (PB190-247).

Moran, J.M., M.D. Morgan y P.M. Pauley, 1994. *The Atmosphere and the Science of Weather*. 4ª ed. Nueva York: Macmillan College Publishing.

Williams, J., 1992. *The Weather Book*. USA Today. Nueva York: Random House.

U.S. Air Force, 1962. *Weather for Aircrews*. AF Manual 105-5.