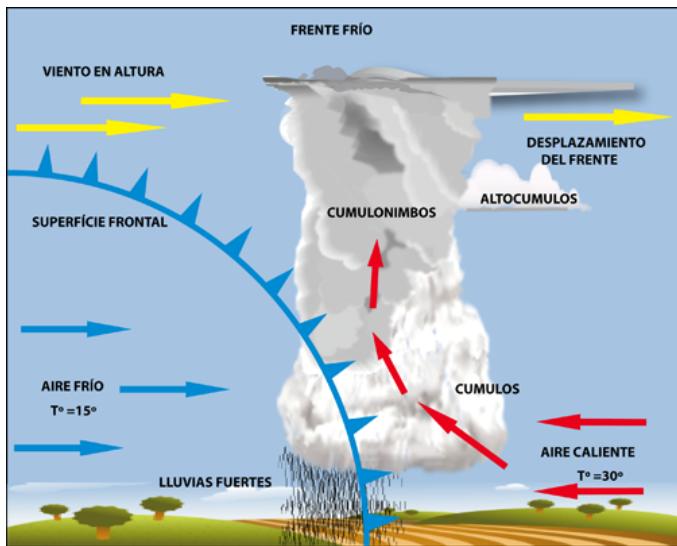


CAPÍTULO 1

Introducción y Conceptos Básicos





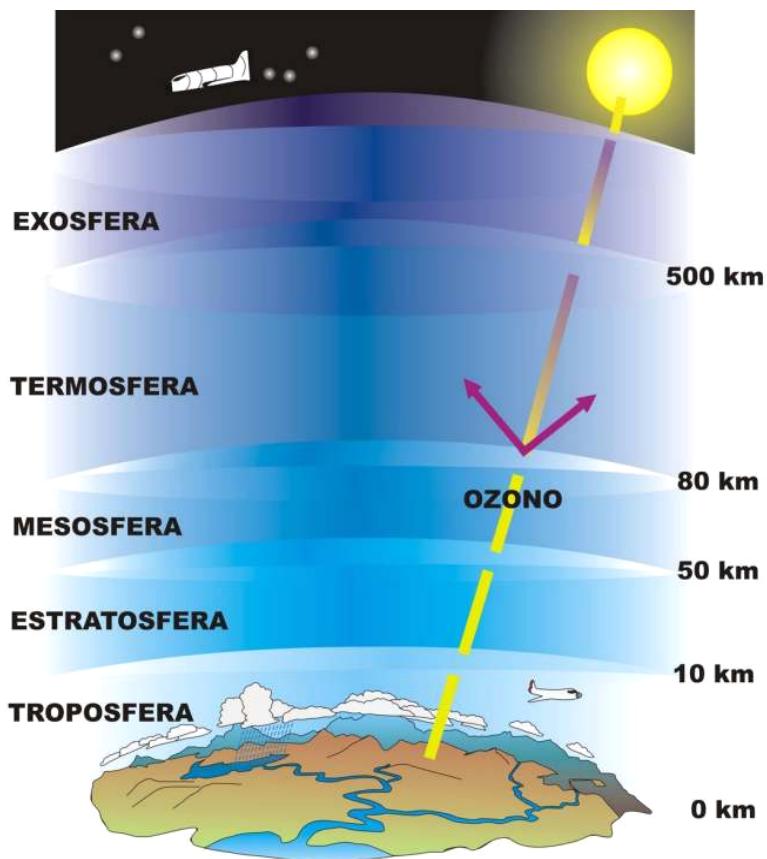
La Atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la Tierra, y que se adhiere a ella gracias a la acción de la gravedad. Es difícil determinar exactamente su espesor, puesto que los gases que la componen se van haciendo menos densos con la altura, hasta prácticamente desaparecer a unos pocos cientos de kilómetros de la superficie. La atmósfera está formada por una mezcla de gases, la mayor parte de los cuales se concentra en la denominada homosfera, que se extiende desde el suelo hasta los 80-100 kilómetros de altura. De hecho, esta capa contiene el 99,9% de la masa total de la atmósfera. La distribución de estos gases es aproximadamente la siguiente:

Componentes	Volumen (%)
Nitrógeno	78.08
Oxígeno	20.95
Argón	0.93
Dióxido de carbono	0.03
Vapor de Agua	1.00

La presencia de los gases que componen el aire es esencial para el desarrollo de la vida sobre la Tierra. Por un lado, el O₂ y el CO₂ permiten la realización de las funciones vitales de animales y plantas, y por otro, la presencia del vapor de agua y del CO₂, permiten que las temperaturas sobre la Tierra sean las adecuadas para la existencia de la vida. El vapor de agua y el CO₂, junto con otros gases menos abundantes como el metano o el ozono, son los llamados gases de **efecto invernadero**.

La atmósfera se clasifica en capas o esferas. Todos los fenómenos meteorológicos (tiempo atmosférico) ocurren en la troposfera y dado que la mayoría de los vuelos también se efectúan en esta capa y en la estratosfera, únicamente nos referiremos a esas 2 capas.



La troposfera es la capa que se extiende desde la superficie hasta un promedio de unos 10 km., está caracterizada por un descenso de la temperatura que se acentúa cuando más alejado se esté de la superficie. Es la capa en la que se forman la mayor parte de las nubes. En la parte alta de la troposfera se encuentra la tropopausa una capa muy delgada que marca el límite entre la troposfera y la capa de arriba. Por encima de la tropopausa se encuentra la estratosfera, esta capa está caracterizada por pequeñas variaciones de temperatura. Analicemos mas de cerca este fenómeno:

La Temperatura

Formalmente, la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presente éstas, mayor será la temperatura. En meteorología es habitual hablar de temperaturas máximas y mínimas, los valores más altos y más bajos registrados en un periodo de tiempo, por ejemplo, un día. Para medir estas temperaturas se utilizan dos escalas termométricas comúnmente conocidas como Celsius (centígrados) y Fahrenheit.

La escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) consiste en una división regular en 100 intervalos, donde el 0 corresponde al punto de congelación del agua y el 100 al punto de ebullición del mismo. Se expresa en grados centígrados y es la que utilizamos habitualmente.

La escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) se utiliza habitualmente en Estados Unidos. El termómetro se gradúa entre 32 $^{\circ}\text{F}$ (correspondiente a los 0 $^{\circ}\text{C}$) y 212 $^{\circ}\text{F}$ (correspondientes a los 100 $^{\circ}\text{C}$).

Buscando una definición mas simple de la temperatura atmosférica, podemos decir que es uno de los elementos que constituyen el clima. Indica la cantidad de energía calorífica que hay acumulada en el aire en un momento y lugar determinados. Proviene de los rayos que emite el sol, es decir, la radiación solar que llega hasta la tierra. Estos rayos son reflejados por la superficie terrestre y mandados otra vez al espacio. Gracias a la atmósfera, los rayos solares vuelven a la tierra, permitiendo que el calor se quede durante más tiempo y provocando el efecto invernadero.

La atmósfera está formada por gases. Gracias a ellos, nuestro planeta tiene una temperatura media, uno de ellos es el CO₂. Pero si estos gases son muy abundantes, la atmósfera se vuelve más gruesa, haciendo que los rayos del sol estén durante más tiempo en la tierra. Al mantenerse ahí y seguir recibiendo rayos de sol, se produce un aumento cada vez mayor de la temperatura de la tierra. Por esto, cuanto más gases haya en la atmósfera, mayor será la temperatura, ya que le impedirá al calor salir hacia el espacio.

La variación de la temperatura, en contra de lo que se podría pensar, no desciende conforme se adquiere altura en la atmósfera. En la troposfera disminuye de manera constante con la altitud, a razón de unos 6.4°C cada 1000 metros. A esto se le denomina gradiente vertical de temperatura. Al llegar a la altura de 14 kilómetros, donde se encuentra el límite de esta capa o tropopausa, la temperatura deja de descender bruscamente y aumenta. Ya en la estratosfera, la temperatura aumenta hasta los 0°C al llegar a 50 kilómetros de altura, lugar donde se encuentra la estratopausa. A partir de aquí empieza la mesosfera, donde la temperatura vuelve a descender hasta los -80°C, hasta llegar a la mesopausa. A partir de aquí empieza la termosfera, donde la temperatura vuelve a ascender.

El Punto de Rocío

Por otra parte, y de la mano de la temperatura, encontramos al conocido como “**Punto de Rocío**”. Podemos definirlo como el valor al que debe descender la temperatura del aire para que el vapor de agua existente comience a condensarse. El punto de rocío puede calcularse directamente con los datos de temperatura y humedad relativa existentes en un momento dado. Esos datos pueden provenir de los informes meteorológicos emitidos radialmente, o registrados por instrumental, pero para hacerlo más simple

aprenderemos a utilizar una sencilla tabla para calcular fácilmente el "punto de rocío". Veamos un ejemplo y usemos la tabla de la pagina siguiente:

Si en un día determinado, en la ciudad tenemos 26° de temperatura y 60% de humedad relativa, el correspondiente punto de rocío (de acuerdo a la tabla) es de 18°. Pero ¿qué significan estos 18 grados? Simple, si el aire de la zona se enfriá rápidamente, y la temperatura desciende de los 26° actuales hasta los 18° del "punto de rocío", sucederán dos fenómenos meteorológicos consecutivos. Primero, se formarán pequeñísimas gotas de agua líquida (rocío) sobre todas las superficies lisas que se encuentran al aire libre. Esas gotitas de rocío son las que dan el nombre a nuestro "punto de rocío". De forma inmediata, la condensación de agua también se producirá en el aire, formándose innumerables gotitas de agua en suspensión, las cuales constituyen una niebla.

TEMPERATURAS (en grados C)	Humedad relativa															
	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
40°	13	16	19	21	24	26	28									
39°	13	15	18	20	23	25	27	28								
38°	12	14	17	20	22	24	26	27								
37°	11	13	16	19	21	23	25	26	28							
36°	10	12	15	18	20	22	24	25	27	28						
35°	9	11	15	17	19	21	23	24	26	27	28					
34°	8	10	14	16	18	20	22	23	25	26	27	28				
33°	7	10	13	15	17	19	21	22	24	25	26	27	28			
32°	6	9	12	14	16	18	20	21	23	24	25	26	27	28		
31°	5	8	11	13	15	17	19	20	22	23	24	25	26	27		
30°	4	7	10	12	15	17	18	20	21	22	23	25	26	27	28	
29°	4	6	9	11	14	16	17	19	20	21	22	24	25	26	27	28
28°	3	5	8	10	13	15	17	18	20	20	21	23	24	25	26	27
27°	2	4	7	9	12	14	16	17	19	20	20	22	23	24	25	26
26°	1	3	6	8	11	13	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25
25°	1	3	6	8	10	12	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24
24°	0	2	5	7	9	11	13	14	16	17	18	19	20	21	22	23
23°	0	1	4	6	8	10	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22
22°	-1	1	3	5	7	9	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21
21°	-2	0	2	5	6	8	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20
20°	-3	-1	2	4	6	7	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19

Observando en un reporte meteorológico conocido como METAR (tema a estudiar en capítulos siguientes), esta información podría encontrarse de la siguiente manera: **5000 FG 18/18**, siendo **5000** el valor

de visibilidad reducida por niebla o FOG (**FG**), fenómeno que se forma al juntarse la temperatura y el punto de rocío como en este ejemplo donde figura **18/18**.

La Humedad

El agua es uno de los principales componentes de la atmósfera. Puede existir en sus tres estados, gaseoso, líquido o sólido. La presencia del agua en estos tres estados se debe a que las condiciones físicas (temperatura y presión) necesarias para que se produzcan dichos cambios de estado se dan normalmente en la atmósfera. La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esta cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, si estamos cerca del mar, si hay plantas, etc.

Al medir la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida, estamos midiendo el “Punto de Saturación”. De alguna forma, la humedad nos da una idea de lo cerca que está una masa de aire de alcanzar la saturación. Una humedad relativa del 100% es indicativo de que esa masa de aire ya no puede almacenar más vapor de agua, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se convertirá en agua líquida (lluvia) o en cristalitos de hielo (nieve), según las condiciones ambientales.

Ahora bien. **Como haría una masa de aire para llegar a su punto de saturación?**

Para entender cómo se puede conseguir que una masa de aire llegue a la saturación, pensemos qué ocurre a veces cuando en un día de invierno exhalamos nuestro aliento. El aire que exhalamos al respirar tiene

una temperatura y un contenido de vapor determinado. Sin embargo, al salir de nuestra boca y ponerse en contacto con el aire frío del exterior, se reduce bruscamente su temperatura. Debido a su enfriamiento, la masa de aire pierde capacidad para contener el vapor, llegando fácilmente a la saturación. Entonces el vapor de agua condensa y forma el vaho. Éste es el mismo mecanismo que origina la formación del **rocío**, las pequeñas gotitas que observamos a veces en las primeras horas de la mañana en las hojas de las plantas situadas en el exterior muy cerca del suelo. En aviación, este valor del punto de rocío siempre viene acompañado por un valor de temperatura ambiente, dando al piloto la posibilidad de observar si ambos valores están cercas o no para prever una posibilidad de saturación, lluvia o niebla.

La Humedad en el Aire

La presencia de humedad en el aire da lugar a dos fenómenos, la “Vaporización” y la “Humificación”. Veamos:

VAPORIZACIÓN: Es la parte del fenómeno en el cual, un cierto número de moléculas de agua líquida, abandonan ese estado físico y pasan al estado gaseoso.

HUMIFICACION: Se refiere a la acumulación de vapor de agua en el aire originalmente seco.

Dentro de estos fenómenos de la humedad en el aire, existen otros procesos como la condensación, sublimación y evaporación. Veamos:

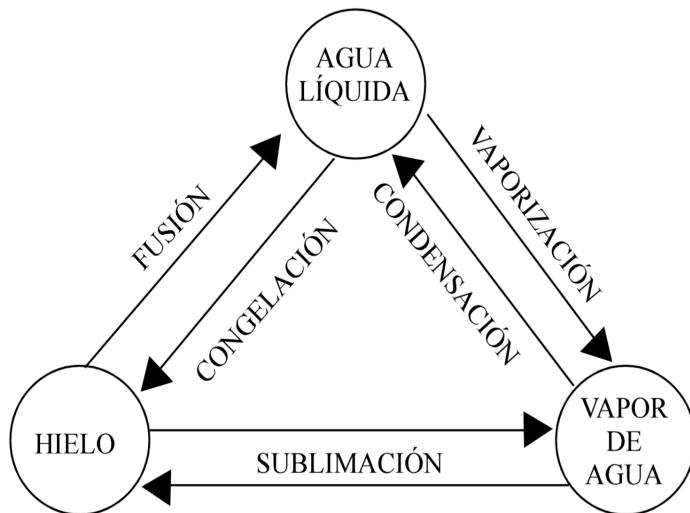
EVAPORACIÓN: Paso del estado líquido al gaseoso.

CONDENSACIÓN: Paso del estado gaseoso al líquido.

CONGELACIÓN: Paso del estado líquido al sólido.

FUSIÓN: Paso del estado sólido al líquido.

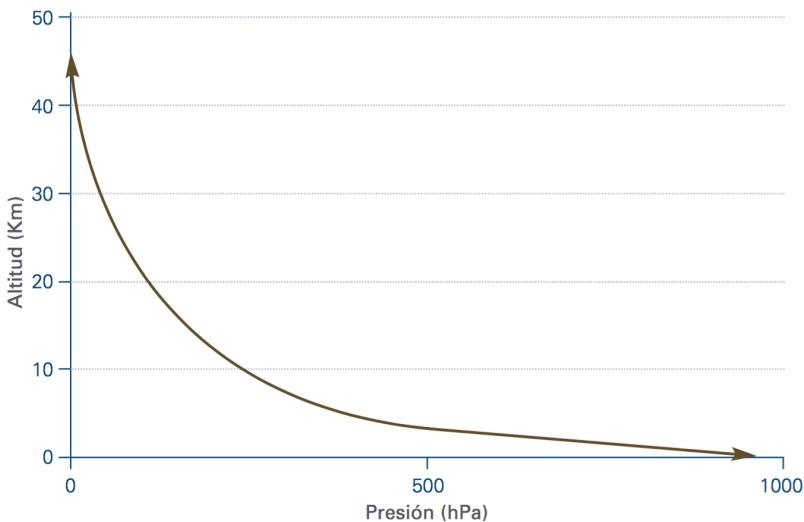
SUBLIMACIÓN: Paso directo del estado sólido al gaseoso o viceversa.



Presión Atmosférica

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa, y por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debido a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada *presión atmosférica* y su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Pascal.

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontramos, la cantidad de aire por encima nuestro será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí. El siguiente gráfico muestra los valores pro- medio de la presión atmosférica en función de la altitud. En él podemos ver cómo la presión atmosférica desciende con la altura.



La presión atmosférica varía, no siempre es igual en los diferentes lugares de nuestro planeta y nuestro país, ni en la diferente época del año. Para medir la presión contamos con la ayuda de un aparato llamado Barómetro, inventado por el físico italiano llamado Evangelista Torricelli en el año 1643.

En meteorología se usa como unidad de medida de la presión atmosférica el Hécto Pascal (HPA). La presión normal, usualmente llamada “estándar”, sobre el nivel del mar es de 1013.2 HPA.

La presión y la altimetría

Considerando a la altimetría como la técnica de medir las distancias verticales, encontramos que se ve directamente afectada por la presión atmosférica. La herramienta para llevar adelante esta técnica es el Barómetro, el cual en aviación es comúnmente llamado “Altímetro”, en vez de medir unidades de presión, mide incrementos de altura, la cual