

Termodinámica de la atmósfera.

Ana Lage
González

<http://www.meteogalicia.es>



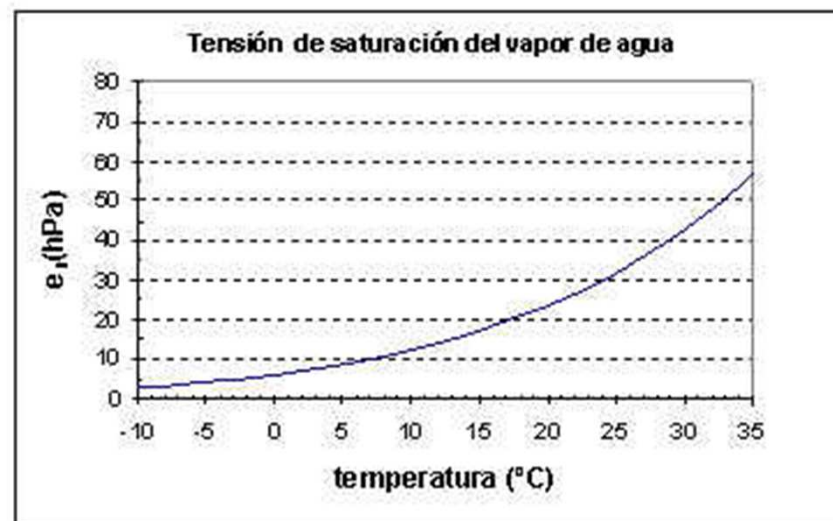
- La composición del aire seco es bastante uniforme y la composición relativa de los gases se mantiene casi cte. hasta unos 90 km
- Hablar de termodinámica de la atmósfera es hablar del vapor de agua por la importancia termodinámica de los procesos de *absorción y cesión de calor en la evaporación y condensación respectivamente.*
- La termodinámica se ocupa de los gases pero los *aerosoles* juegan un importante papel como núcleos higroscópicos.

Aire seco + vapor de agua = Aire húmedo



- El vapor de agua, por ser un gas, puede expandirse libremente y ocupar el mayor espacio posible.
- A la presión producida por el vapor de agua se le da el nombre de tensión de vapor **e**.
- **La presión total del aire se puede pensar como la suma de la presión que ejerce el aire seco más la presión ejercida por el vapor de agua.**
- **La cantidad máxima de vapor que puede presentarse depende de la temperatura del aire. Cuanto mayor sea la temperatura, más vapor puede contener el aire. Se dice que el aire está saturado cuando se alcanza el máximo. Si se agrega más vapor o el aire se enfría por debajo del punto de saturación, el vapor excedente se condensa**

La presión de vapor de saturación (e_s) es la presión máxima de vapor de agua con respecto al agua líquida. Depende de la temperatura.



Vapor a agua: cesión de calor
Hielo a agua: absorción de calor
Formación de nubes: ?

El aire húmedo

Mezcla de aire seco más vapor de agua no saturante. No hay, pues, equilibrio entre la fase gaseosa y la fase de vapor, siendo el aire húmedo capaz aún de absorber vapor de agua.

Índices para medir la humedad del aire

La humedad del aire es la cantidad de vapor que contiene el aire.

Humedad absoluta

Se define como la razón entre la masa m_v en gramos del vapor de agua contenido en un volumen V de un metro cúbico de aire húmedo, se mide en g/m^3 .

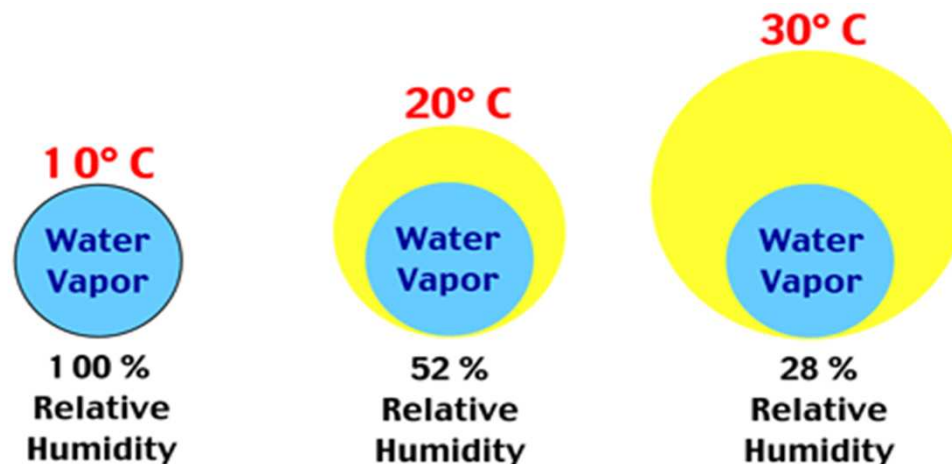
$$Q = \frac{m_v}{V}$$



Humedad relativa

Se define como el cociente entre la masa de vapor de agua que existe en un volumen dado de aire y la que habría si estuviese saturado a igual temperatura. La humedad relativa es también el cociente entre la presión parcial e del vapor de agua en el aire y la presión de saturación e_s a la misma temperatura:

$$H = (e/e_s)100$$



Pregunta:

Tengo una casa en el campo, en un pueblo de Lugo, noto la ropa húmeda al ponérmela por las mañanas en invierno. Una amiga que vive en Santiago me recomendó comprar un deshumidificador y me ha sorprendido que no extrae casi nada... Ella, en cambio, está encantada y dice que le funciona muy bien.

Pregunta:

Tengo la ropa colgada en la galería, hace mucho frío y no llueve desde ayer. No hay forma de que se me seque....



Humedad específica

La humedad específica q de una muestra de aire humedo mide la cantidad de vapor de agua m_v contenida en la masa de aire humedo $m = m_v + m_d$

donde m_d es la masa de aire seco. Se mide en g/kg

$$q = \frac{m_v}{m} = \frac{m_v}{m_d + m_v}$$

Razón de mezcla

Es la relación en la que se encuentran mezclados en una muestra de aire el vapor de agua y el aire seco. Se define como la relación de la masa de vapor de agua m_v presente con la masa de aire seco m_d de la muestra.

$$r = \frac{m_v}{m_d}$$

Procesos de condensación = procesos que dan lugar a la saturación

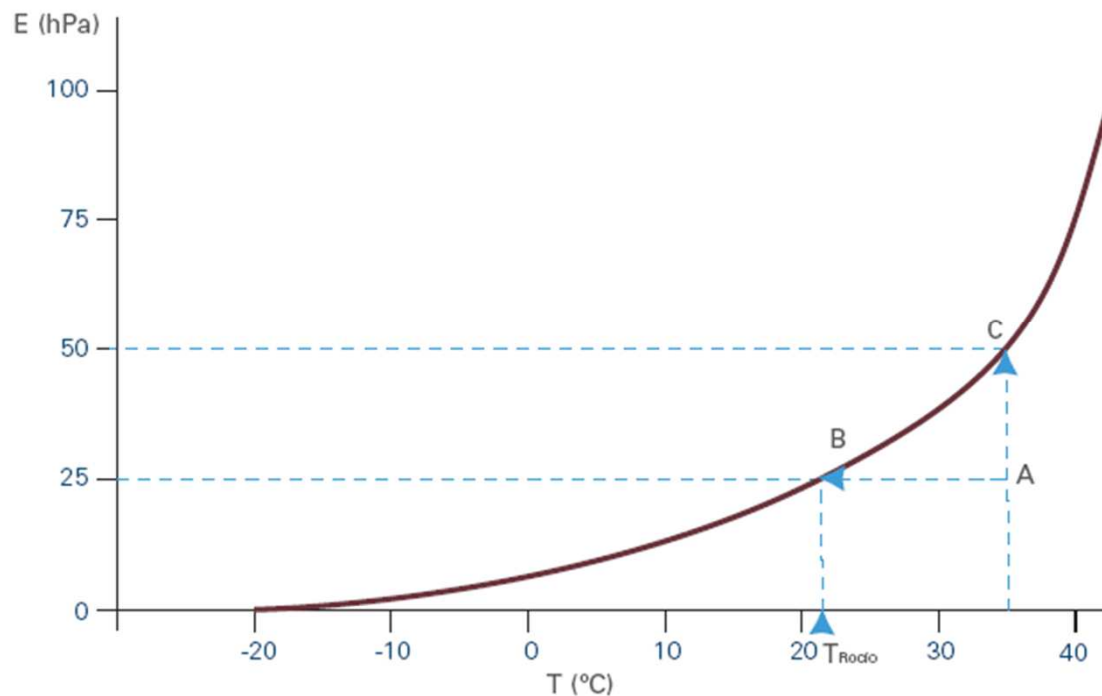
- Saturación por condensación y enfriamiento isobárico
- Saturación por expansión adiabática
- Saturación por aporte de vapor de agua
- Saturación por mezcla y turbulencia

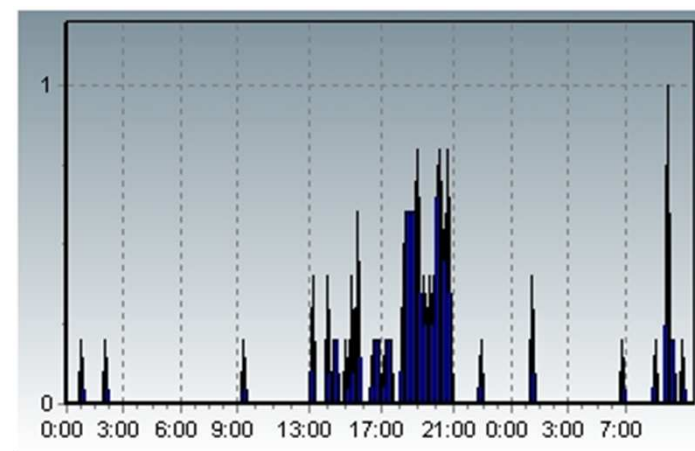
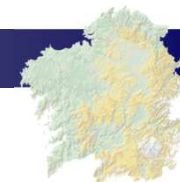


Saturación y condensación por enfriamiento isobárico

Cuando una partícula de aire sufre un enfriamiento isobárico, ésta sigue conservando su contenido en vapor de agua. La temperatura a la cual esta partícula se satura se denomina **temperatura del punto de rocío** (T_d).

Si la temperatura del aire sigue disminuyendo por debajo de T_d se produce la condensación del vapor de agua excedente.







Al atardecer y durante la noche, cuando el cielo está despejado o poco nuboso, la temperatura del aire disminuye sensiblemente debido a la pérdida de calor por radiación.

Este proceso es el origen de la formación de rocío y de la mayor parte de las nieblas nocturnas.

- Si el viento a nivel del suelo es nulo, este enfriamiento no puede propagarse más que a las capas próximas al suelo. Si la temperatura disminuye por debajo de T_d , se produce la condensación del vapor de agua sobre el suelo y la vegetación. **ROCÍO***

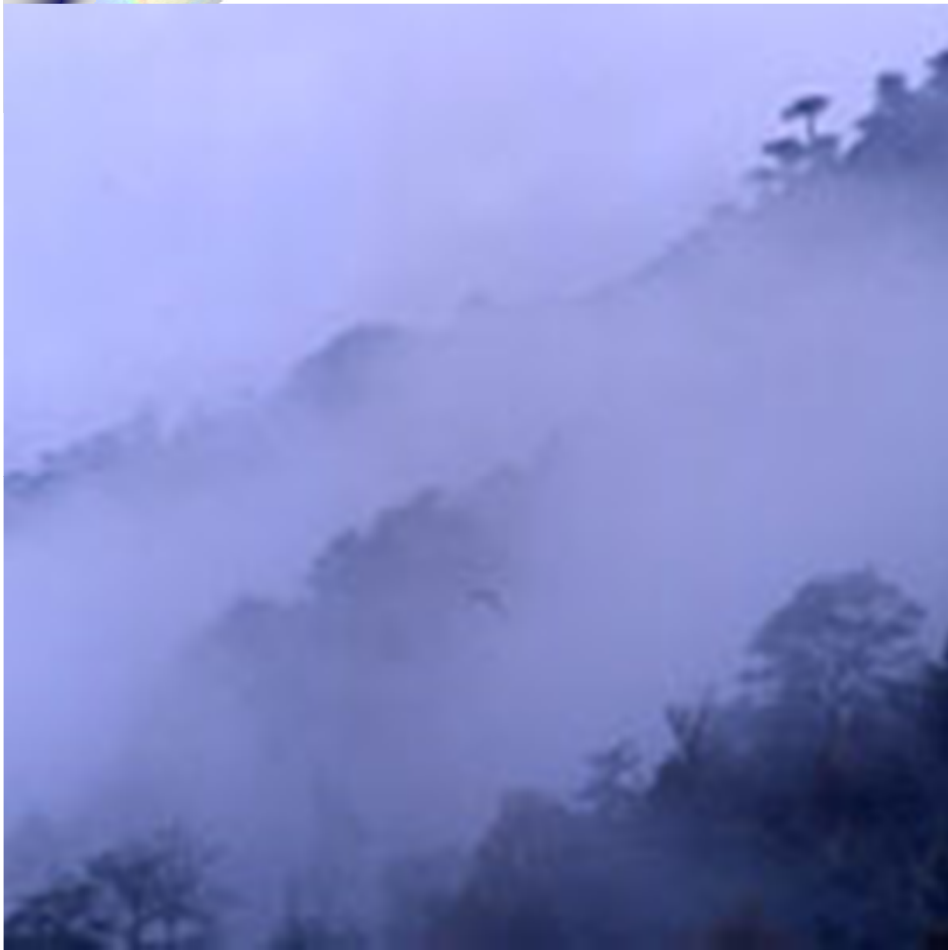




- *Si el viento no es nulo pero no muy fuerte, la turbulencia existente en capas bajas favorece el enfriamiento lo que implica condensación: **BRUMA Y NIEBLA** (visibilidad menor que 1 km): **NIEBLAS DE RADIACIÓN***

- *No se producen sobre el mar ni tampoco sobre ríos caudalosos. Por qué?*





- *Cuando una masa de aire cálido y húmedo se desplaza sobre una superficie relativamente fría (otoño y principios de invierno en las zonas costeras) NIEBLAS DE ADVECCIÓN*

- *No tienen nada que ver con la periodicidad día/noche.*

- *Pueden persistir todo el día, incluso varios días*

- *Necesitan la existencia de viento para producir turbulencia, si no se estabilizan por debajo*

- *En el mar se producen en verano*
- *También se pueden producir entre dos mares de distinta temperatura*



Procesos de condensación = procesos que dan lugar a la saturación

- Saturación por condensación y enfriamiento isobárico
- Saturación por expansión adiabática
- Saturación por aporte de vapor de agua
- Saturación por mezcla y turbulencia



Saturación y condensación por expansión adiabática

Si una partícula de aire seco (no saturado) comienza a ascender, lo hará siguiendo un proceso llamado **adiabático seco** (la temperatura de la partícula disminuye a razón de **1°C cada 100 m**). Si la temperatura de la burbuja disminuye lo suficiente para que se produzca la saturación, dicha burbuja comenzará a hacerse visible (nube). La altura a la que esto ocurre se llama **nivel de condensación por elevación (NCE)**.



Como el aire es un mal conductor, las transformaciones en la atmósfera en general son adiabáticas

- Si la partícula, continúa elevándose, su ascenso y expansión tienen lugar mediante un **proceso pseudoadiabático**, condensándose parte del vapor de agua contenido en la burbuja, con lo cual su temperatura disminuye menos que 1° cada 100 metros.
- Los **ascensos sinópticos**, que abarcan grandes masas de aire, engendran nubes generalmente en capas de gran extensión horizontal.
- Los **ascensos locales**, generalmente rápidos engendran nubes “aisladas, cuya base corresponde prácticamente con el NCE.
- Un factor imprescindible para la formación de todo tipo de brumas, nieblas y nubes es la presencia de núcleos de condensación. Son pequeñas partículas higroscópicas (polvo, polen, sales) que están en suspensión y que disminuyen la tensión superficial, facilitando la formación de gotas.

Procesos de condensación = procesos que dan lugar a la saturación

- Saturación por condensación y enfriamiento isobárico
- Saturación por expansión adiabática
- Saturación por aporte de vapor de agua
- Saturación por mezcla y turbulencia





Saturación por aporte de vapor de agua

Temperatura del termómetro húmedo: es la temperatura más baja que puede alcanzar una masa de aire por evaporación

NIEBLAS DE EVAPORACIÓN: Cuando la lluvia cae sobre una masa fría (ej. al principio de un frente cálido), rápidamente se evaporan las gotas y se alcanza la saturación.

Si la temperatura no es uniforme, solamente se forma un estrato de evaporación que es lo usual

Saturación por aporte de vapor de agua

NIEBLAS DE RÍO Y LAGO: cuando una masa de aire está sobre agua más cálida.

Típicas de otoño y primavera, especialmente de otoño porque hay más estabilidad.

En invierno hay demasiada diferencia de temperaturas. En verano el aire está más cálido que el agua.



Procesos de condensación = procesos que dan lugar a la saturación

- Saturación por condensación y enfriamiento isobárico
- Saturación por expansión adiabática
- Saturación por aporte de vapor de agua
- Saturación por mezcla y turbulencia



Saturación por mezcla y turbulencia

- Teóricamente se puede producir condensación y saturación por mezcla isobárica de masas inicialmente no saturadas pero en la atmósfera dan lugar a condensaciones poco importantes.
- Turbulencia de origen mecánico por rozamiento o térmico por convección. Como resultado de una turbulencia puede dar lugar a un enfriamiento y por tanto saturación y condensación.



Pregunta 1:

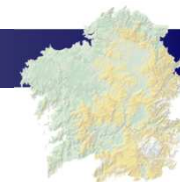
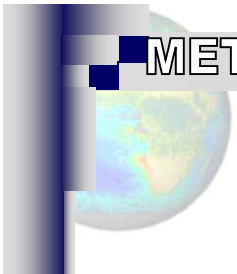
Han venido a pasar el verano a Lugo unos primos de Valladolid y les ha extrañado la niebla en agosto. Dicen que en Valladolid jamás hay niebla en agosto. ¿Será verdad?

Pregunta 2:

También a unos amigos de A Coruña les ha sorprendido que cada vez que hace buen tiempo en A Coruña y vienen a Lugo, aquí hay niebla. Dicen que allí casi nunca hay niebla cuando se levantan por la mañana. Es más, dicen que a veces aparece niebla por las tardes. ¿Nieblas por las tardes? ¿De qué hablan?

Pregunta 3:

He estado unos días de vacaciones en agosto en la Manga del Mar Menor. El tiempo fue soleado, como era de esperar. El problema era que no paraba de sudar en todo el día. Pensé que debía de haber una temperatura altísima porque el calor era insoportable. Me extrañó al ver un termómetro marcando 26°. ¿Estaría mal el termómetro, verdad?



GRACIAS

