



HUMEDAD RELATIVA

Rómulo Ochoa Luna

*Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ciencias,
Sección Química
Apartado 1761. Lima 100 - Perú.*

INTRODUCCION

Al tratar la composición química de la atmósfera formado por nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y agua, se me ocurría constantemente preguntar a los alumnos de Estudios Generales Ciencias, ¿Cuál de las situaciones les parecía "lógico", si el aire húmedo o el aire seco pesaba más?. 99% de los alumnos, contestaba que el aire húmedo pesaba más. Más tarde a los alumnos de ingeniería mecánica y otras especialidades, respondían que "lógicamente" el aire húmedo tenía que pesar más.

Claramente las respuestas consideraban que el aire húmedo contenía agua líquida, a manera de garúa ó neblina. Este es un prejuicio. Se demuestra que el aire seco "pesa" más que el húmedo simplemente calculando los pesos moleculares del aire seco, como promedio de las moléculas de N_2 , 28, oxígeno, 32, CO_2 , 44 y el aire húmedo es el promedio del peso molecular anterior más el del agua gaseosa, 18.

PRIMER EXPERIMENTO

A la temperatura del ambiente, digamos 20°C , el agua líquida tiene una presión de vapor de 17,4 mm Hg, Esto significa que si encerramos un vaso de agua destilada dentro de un recipiente al que se le ha hecho previamente el vacío, (Fig.1) la presión de 0,0 mm irá subiendo hasta un máximo de 17,4mm Hg debido a la evaporación de agua, escape de moléculas de agua hasta conseguir el equilibrio entre evaporización y condensación. Este equilibrio, depende solo de la temperatura del ambiente. Si la temperatura fuera de 30° , la presión de vapor en el equilibrio será de 31,6. A la temperatura de 100°C , será de 760 mm Hg, temperatura a la cuál se produce la ebullición, movimiento turbulento por la conversión acelerada del agua líquida a agua gaseosa. Además significa que si el vaso está colocado en una plancha eléctrica y el ambiente es de una atmósfera, el agua hervirá a la temperatura constante de 100°C , hasta consumirse totalmente.

La Tabla 1 contiene de las presiones de vapor del agua en el rango de 0° a 30°C , que nos servirá para resolver problemas simples en situaciones diferentes, cuyo objeto es ser claros y precisos sobre la humedad relativa.

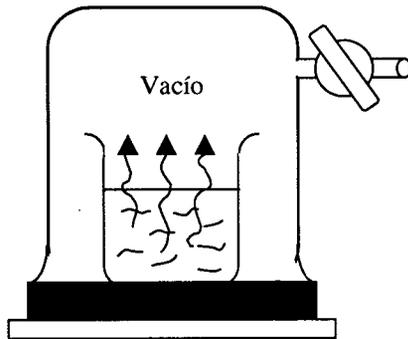


Figura 1. Vaso con agua dentro de un recipiente al que se le ha hecho vacío.

SEGUNDO EXPERIMENTO

Consiste en colocar un vaso de agua destilada dentro de un vaso que contenga aire seco (Fig. 2). Si la temperatura del ambiente es de 20°C , el aire absorberá agua del vaso hasta que la presión de vapor de agua en equilibrio será como en el primer experimento, 17,4mm. Hg. Deducimos que la presión de vapor sólo depende de la temperatura. Por otro lado aprovechamos para decir que la saturación del aire seco con moléculas de agua, es de 17,4mm Hg, es decir aire húmedo en un 100%: A esta temperatura el aire no podrá aceptar más moléculas de agua, estableciéndose más bien el equilibrio $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{L})$.

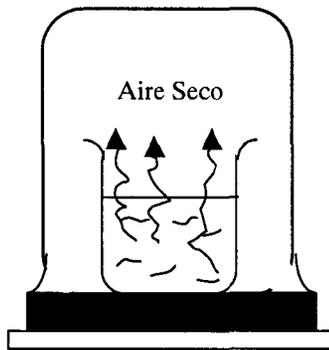


Figura 2. Recipiente con aire seco, que se satura con moléculas de agua.

Si en este experimento, antes de llegar a los 17,4 mm, retiramos el vaso de agua, cuando la presión de vapor haya llegado a los 10mm Hg, se habrá obtenido aire con $10,0/17,4 \times 100=57,5\%$ de humedad relativa. Definimos Humedad Relativa (H.R.) la relación de la presión de vapor de agua y la máxima presión a una determinada temperatura, multiplicada $\times 100$.

Punto Rocío

En Inglés "dew point", es la temperatura a la cual el aire húmedo con cierto porcentaje, al bajar la temperatura se satura a 100%,

produciéndose “gotitas” de agua en la superficie, sea en el piso, en los pétalos de una flor, en un metal o en cualquier sólido donde se baja la temperatura. Un hecho conocido son las gotas de agua que se forman en la superficie de una botella gaseosa retirada de una refrigeradora. Podemos calcular la temperatura del “punto rocío”, si están en el ambiente a 24°C, con humedad relativa de 85% (normal en Lima, y prácticamente independiente de la estación). La Presión de vapor de agua en tales condiciones es $22,2 \times 0,85 = 18,87$ mm Hg. La temperatura correspondiente a esta presión, obtenido de la Tabla 1, es 21,2°C. Como la botella de la bebida debe salir del refrigerador a unos 8°C, casi de inmediato se forma buena cantidad de “agua líquida” en la superficie.

El Deshumecedor

Es un sistema de enfriamiento mediante un gas “freón”, el que se licua a alta presión, que circula dentro de un espiral de acero, cuya temperatura es menor de 0°C. Es claro que si la habitación a deshumecer, tiene una H.R. de un 80%, pronto el vapor de agua se condensa en su superficie escurriendo agua líquida a un depósito. El ventilador que tiene el deshumecedor hace que circule el aire húmedo a través del espiral frío, bajando la humedad de la habitación. Como el aire seco o medio seco “pesa” más que el húmedo reemplaza a éste en los niveles bajos. A fin de que el deshumecedor sea efectivo, debe colocarse a la mayor altura en la habitación.

Aire Acondicionado

Desde hace tiempo se viene usando equipos de control tanto de temperatura como de humedad, de modo que el ambiente sea saludable. Se ha establecido que tales equipos sean normalizados de modo que el ambiente, el dormitorio, o la oficina posean constantemente temperaturas de 20°C, y H.R. de 60%. Esta situación evita la proliferación de hongos o moho característicos de habitaciones no ventiladas. Lima está considerada entre las capitales más húmedas del mundo, provocando enfermedades de las vías respiratorias.

Cálculos en relación con la H.R.

1. ¿Qué cantidad de agua se remueve de una habitación de 5 x 4 x 2,8m. si mediante un deshumecedor bajamos la H.R. de 90 a 60%, a la temperatura de 25°C ($p_{\text{H}_2\text{O}} = 23,5 \text{ mm Hg}$) (ver tabla)

Solución:

Volumen de la habitación, en L = $5 \times 4 \times 2,8 \times 1000 = 5,6 \times 10^4$. Recurriendo a $PV = nRT$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} \text{ a } 90\% \text{H.R.} = \frac{23,5 \times 0,9}{760} \times \frac{5,6 \times 10^4}{0,082 \times 298} = 63,91$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} \text{ a } 60\% \text{H.R.} = \frac{23,5 \times 0,6}{760} \times \frac{5,6 \times 10^4}{0,082 \times 298} = 42,63$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} \text{ que se remueve} = 21,28$$

$$\text{Cantidad en g } \text{H}_2\text{O} = 21,28 \times 18 = 383,04$$

2. Se ha hecho pasar aire húmedo sobre una superficie metálica enfriada a 5°C ($p_{\text{H}_2\text{O}} = 6,5 \text{ mm Hg}$) y luego fue calentado el aire deshumedecido, hasta llegar a 20°C ¿Cuál es la H.R. final?

Respuesta: 37,4%

3. ¿Cuál es el punto rocío del aire húmedo que tiene a 19°C una H.R. de 50%?

Respuesta: 8,12°C.

Tabla 1. Presión de vapor de agua, en mm Hg

Temperatura °C.	Presión, mm Hg	Temperatura °C.	Presión, mm Hg
0	4,6	19	16,4
5	6,5	20	17,4
8	8,0	21	18,5
9	8,6	22	19,7
10	9,2	23	20,9
11	9,8	24	22,2
12	10,5	25	23,5
13	11,2	26	25,0
14	11,9	27	26,5
15	12,7	28	28,1
16	13,6	29	29,8
17	14,5	30	31,60
18	15,4		