

METEOROLOGÍA (III-2)

PRINCIPALES VARIABLES METEOROLÓGICAS:
TEMPERATURA DEL AIRE

Fernando Llorente Martínez

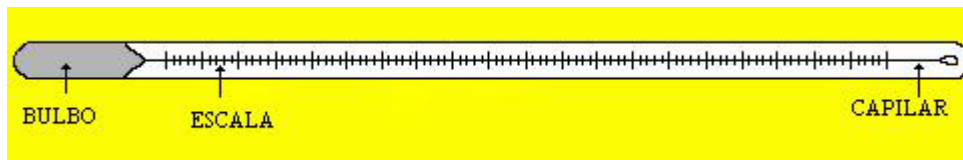
fthorll@yahoo.es

Instituto Nacional de Meteorología

Todos sabemos que hay cuerpos que se encuentran mas calientes que otros y entre las personas la sensación de calor o de frío es distinta, ya que es relativa a nuestro organismo y no depende tan solo del estado térmico de los cuerpos. Para conseguir una mayor precisión con esta sensación surge el concepto de **temperatura** y para medirla utilizamos el *termómetro*.

Todos estos aparatos se basan en el *principio de dilatación térmica de los cuerpos*, descubierto por Galileo en 1.592, que dice que "un objeto cuando se le suministra calor, aumenta su temperatura y se dilata".

Para poder aplicar este principio, los termómetros se construyen, habitualmente, con un pequeño recipiente de vidrio esférico o cilíndrico, llamado *depósito o bulbo*, prolongado por un tubo muy estrecho, *tubo capilar*, cerrado por su extremo superior. El depósito y parte del tubo están llenos del líquido que se utilice para la medición; cuando la temperatura aumenta el líquido se dilata y la columna sube por el interior del capilar; lo contrario ocurre cuando la temperatura disminuye.



Ilustr. 1. Descripción de un termómetro. Fuente: Fernando Llorente Martínez.

En los observatorios meteorológicos se emplean los termómetros de *mercurio* para medir la *temperatura máxima*, "que es el valor termométrico más alto alcanzado en un día"; y los de *alcohol* para medir la *temperatura mínima* o "valor más bajo de la temperatura en una jornada".

En nuestras casas solemos usar los *termómetros aneroides bimetálicos* de tipo circular, que constan de dos láminas metálicas escogidas entre metales que tengan coeficientes de dilatación muy distintos. Las láminas están soldadas una contra la otra; cuando la temperatura varía, una de las láminas se dilata más que la otra, obligando a todo el conjunto a curvarse. Este movimiento se amplifica por un sistema de palancas que terminan en una aguja que indica la temperatura.

La escala que llevan incorporada todos nuestros termómetros, es la **escala centígrada**, que asigna el valor de 0º al punto de congelación del agua y el valor de 100º al punto de ebullición. También se usa, sobre todo en los países anglosajones, la **escala Fahrenheit**. Para obtener la temperatura en esta escala, partiendo de la centígrada, deberemos realizar la siguiente operación:

$$\text{temperatura en Fahrenheit} = (1.8 * \text{temperatura centígrada}) + 32$$

Cuando instalamos un termómetro debemos tener mucho cuidado en donde lo hacemos. Lo que verdaderamente queremos medir es la temperatura del aire y debemos de tener una serie de precauciones para que los valores que midamos sean fiables, las más importantes son las siguientes:

- Sus apoyos deben ser lo más reducidos posible, quedando necesariamente el depósito al aire.
- Debe de estar suficientemente ventilado.
- Debe de estar alejado de obstáculos que pueden falsear la medida, tales como superficies fuertemente calentadas o enfriadas, acción directa del sol o de paredes muy reflectoras.

Variaciones térmicas

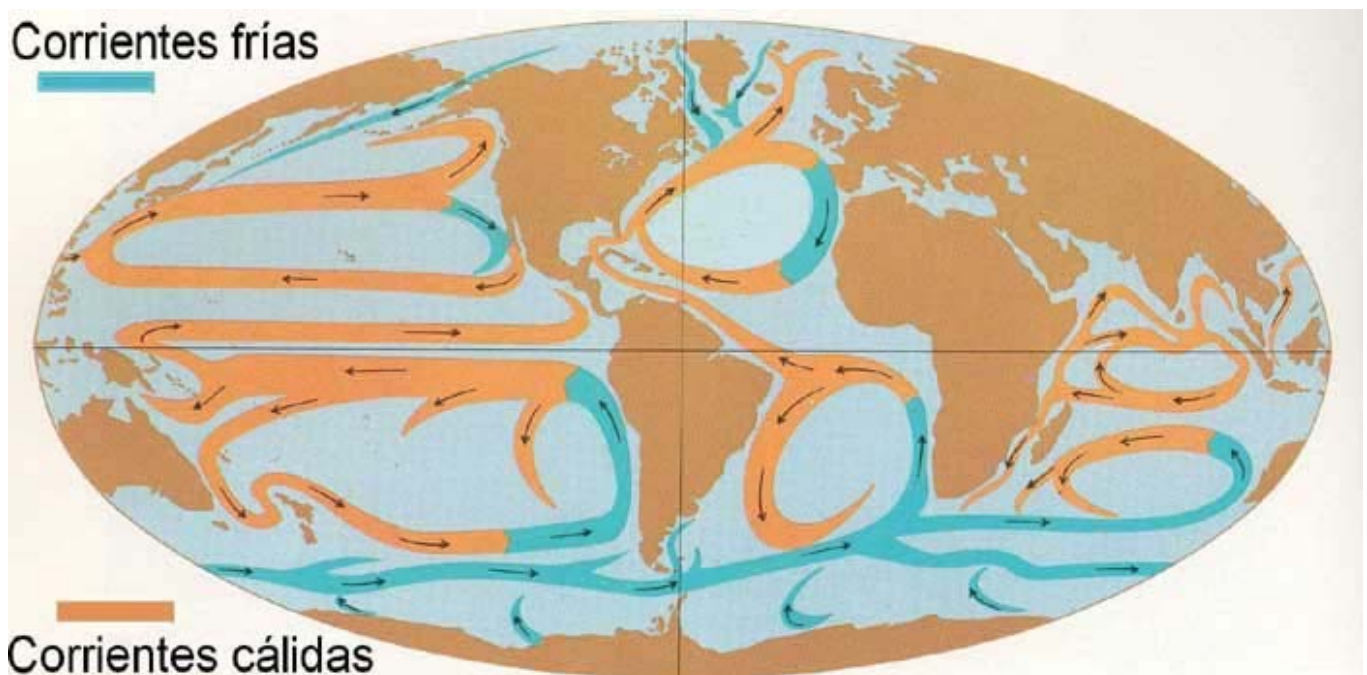
Los cambios en la temperatura son debidos, bien al calentamiento de la atmósfera por la acción de la radiación solar sobre la superficie terrestre y sobre la propia atmósfera, bien a la pérdida de este calor.

Estas variaciones, que serán en parte las causantes de los distintos movimientos atmosféricos, están en estrecha relación con varios factores, que si nos movemos *horizontalmente*, serán la latitud y la distribución entre la tierra y el mar, y que si nos desplazamos *verticalmente*, se tratará de la altitud.

a) VARIACIONES HORIZONTALES: La **latitud** a la que nos encontramos determina la insolación que se recibe; esto provoca unas distribuciones térmicas cambiantes entre unas partes de la Tierra y otras. Como en la zona ecuatorial el aporte calórico solar es muy constante a lo largo de todas las estaciones del año, unido a que los días y las noches tienen prácticamente la misma duración, nos encontramos con una distribución térmica muy regular. Por el contrario, según nos desplazamos hacia los polos, éstos dos factores empiezan a variar notablemente, y por tanto, la distribución se va haciendo cada vez más irregular.

A la variación latitudinal tenemos que añadir la **distribución de tierras y mares** para comprender definitivamente las variaciones térmicas horizontales. La mayor inercia térmica del agua determina que los océanos se calienten y enfrién mas lentamente que los continentes; este es el motivo por el que en las zonas costeras, normalmente, las oscilaciones de la temperatura son mucho menos acusadas que tierra adentro.

Además de este efecto regulador, existe un efecto distribuidor, gracias a las *corrientes marinas*, que a modo de enormes ríos distribuyen las masas de agua fría y caliente por todo el globo terráqueo. En *latitudes medias y altas* del Hemisferio Norte las corrientes oceánicas frías originan un descenso de las temperaturas en las costas orientales de los continentes. Por el contrario, en las *latitudes tropicales*, las corrientes marinas frías inciden sobre las costas occidentales, refrescándolas. Es decir, debido a estas corrientes, existe una diferencia térmica entre las regiones costeras del este u oeste de los continentes; un ejemplo claro lo tenemos entre la costa oeste de Europa, bañada por la corriente cálida del Golfo, que suaviza nuestras temperaturas y la costa este de Norteamérica, con temperaturas mucho más extremadas debido a la presencia de la corriente fría del Labrador.



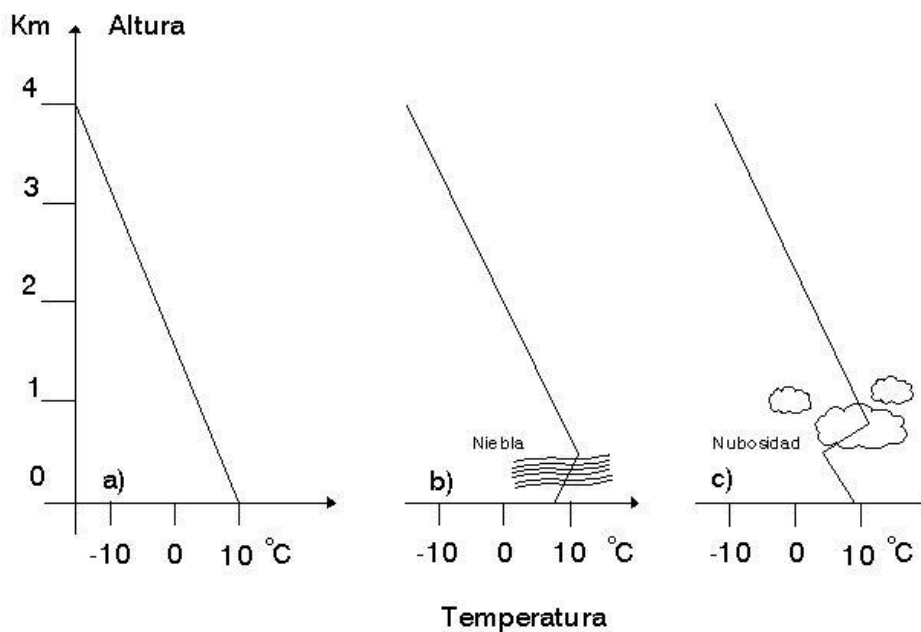
Ilustr. 2. Principales corrientes marinas. Fuente: del libro *Maravillas y Misterios del MUNDO QUE NOS RODEA*.

b) VARIACION VERTICAL: Todos hemos notado que según ascendemos una montaña la temperatura disminuye, esto se produce porque la *troposfera se calienta por abajo*, y no desde arriba como podríamos pensar en un primer momento. La temperatura en las capas inferiores y medias de la troposfera **disminuye**, aproximadamente, **6,4 grados centígrados por kilómetro de ascenso**.

A veces se producen las llamadas **inversiones térmicas**, que son "zonas de la troposfera en las que la temperatura aumenta con la altura en un estrato de aire". Estas inversiones pueden ser de dos tipos:

i) *De superficie*, produciéndose muy cerca del suelo y que corresponden a situaciones meteorológicas de tiempo despejado y apacible con fuerte pérdida nocturna de calor. En estas condiciones, el aire en contacto con la superficie terrestre está más frío que el de las capas superiores, por tanto es más denso, pesa más y dificulta los movimientos verticales entre estratos. Nos encontramos con que la inversión actúa a modo de "tapadera", impidiendo los movimientos ascendentes del aire, lo que favorece la formación de nieblas, que se produzcan heladas de moderadas a fuertes en el período invernal y en las grandes ciudades contribuyendo a la acumulación de aire contaminado, es la típica "boina" que observamos a la entrada de los grandes núcleos urbanos en muchos momentos del año.

ii) *De altura o de subsidencia*, cuando se forman entre los 600 y 1.500 metros de altura. Se producen en situaciones de altas presiones por el descenso del aire que se irá comprimiendo y secando de arriba abajo, a modo de una "gigantesca prensa", impidiendo de esta manera y de forma más duradera los normales movimientos verticales del aire.



Ilustr. 3. a) Curva de estado. b) Inversión de temperatura a ras de suelo. c) Inversión de temperatura en altura. Fuente: Fernando Llorente Martínez

Sensación térmica

De todas maneras, una cosa es la temperatura que mide el termómetro o temperatura del aire y otra, a veces muy distinta, es la temperatura *aparente* que a nosotros nos parece que hace, es la sensación de calor o de frío que sentimos los humanos, es lo que vamos a llamar **sensación térmica**.

Pero antes de hablar de este concepto veamos rápidamente como el cuerpo humano se defiende cuando la temperatura ambiental es baja o alta. Nuestro organismo se encuentra a una temperatura casi constante de 37 °C y tiene un mecanismo de regulación encargado de mantener un estado de comodidad idóneo para cada persona cuando las condiciones externas son adversas. Esta autorregulación se realiza mediante el aumento o la disminución del diámetro de los vasos sanguíneos encargados de la circulación subcutánea; consiguiendo, en el primero de los casos, cuando la temperatura exterior es alta, un mayor flujo de sangre, que nos ayudará a perder calor mediante la transpiración; y por el contrario, en el segundo de los casos, cuando la temperatura exterior sea baja, manteniendo un menor flujo sanguíneo y logrando así retener más calor corporal.

Sin embargo, este mecanismo del cuerpo humano puede ser alterado por la aparición de elementos ambientales que dificulten su buen funcionamiento. Los principales son, *el viento*, que ayudará a la pérdida de calor, aumentando la sensación de frío y *la humedad*, que perjudicará la transpiración y aumentará la sensación de calor. Toda esta incomodidad que sentimos los humanos como combinación de la temperatura y el viento y de la temperatura con la humedad, es lo que representamos con el concepto de **sensación térmica**. Pero claro, es muy distinto sentir más frío que más calor, por lo cual separaremos ambos conceptos y nos referiremos a **sensación térmica por efecto del viento**, cuando sintamos más frío que el correspondiente al que marca el termómetro y de **sensación térmica por efecto de la humedad**, cuando experimentemos una sensación equivalente a una temperatura mayor que la indicada por el termómetro.

1) Sensación térmica por efecto del viento: La piel del cuerpo humano tiene sobre ella una capa aislante de aire de sólo unos milímetros de espesor y que ayuda al mantenimiento de la temperatura corporal. Al soplar el viento se produce una reducción de esta capa y, por tanto, se acelera la pérdida de calor del cuerpo humano. Indudablemente este efecto es mucho mayor cuando la temperatura ambiente es baja y se verá favorecido con el aumento en la velocidad del viento. Todo esto lo podemos ver en la siguiente tabla, donde en la fila superior está la temperatura del aire, que es la que indica el termómetro, en grados centígrados y en la columna de la izquierda se representa la velocidad del viento, en kilómetros a la hora.

	Temperatura (grados centígrados)																		
Viento (km/h)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-	-	-
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-	-	-
8	9	8	6	6	4	3	2	1	0	-1	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-	-	-
16	8	6	5	4	3	2	0	-1	-2	-3	-5	-6	-7	-8	-9	-	-	-	-
24	7	6	4	3	2	1	-1	-2	-3	-4	-6	-7	-9	-9	-	-	-	-	-
32	6	5	4	3	1	0	-2	-3	-4	-5	-7	-8	-	-	-	-	-	-	-
40	6	4	3	2	1	-1	-2	-4	-4	-6	-7	-9	-	-	-	-	-	-	-
48	6	4	3	2	0	-1	-3	-4	-5	-6	-8	-	-	-	-	-	-	-	-
56	5	4	2	1	0	-2	-3	-5	-5	-7	-9	-	-	-	-	-	-	-	-
64	5	3	2	1	0	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTA a pie de tabla: Estos valores están obtenidos de la página de la NOAA -Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera de Estados Unidos- y representa el nuevo índice que relaciona la temperatura con el viento, "windchill". Fue utilizado por primera vez en el invierno de 2001 y sustituye al anterior, que era de los años 40. Me he decidido por el nuevo índice porque sus cálculos empíricos se refieren a los efectos que puede

índice y un fácil conversor entre el moderno y el antiguo, pero ¡ojo! que las unidades que utiliza son grados Fahrenheit para la temperatura y millas por hora para el viento.

Si el viento supera los 64 km/h y para temperaturas aparentes de entre -28 y -35 °C produce **efectos adicionales peligrosos**, como la posible congelación de las partes del cuerpo sin la protección adecuada en un tiempo aproximado de 30 minutos. Si esta temperatura se encuentra entre los -36 y -44 °C, **la situación se hace muy peligrosa**, ya que las partes del cuerpo expuestas al viento, pueden congelarse en diez minutos. Y si el descenso supera los -45 °C, **el peligro es inminente**, la congelación puede producirse en menos de 5 minutos.

2) Sensación térmica por efecto de la humedad: Cuando la temperatura es elevada, la humedad es el elemento que aumenta la impresión de calor haciendo que la sensación térmica exceda al valor de la temperatura del aire; esto es debido a que *una humedad alta* dificulta o incluso inhibe el proceso de transpiración corporal. Por el contrario, con una humedad baja, se facilita la evaporación del sudor corporal, por lo que nuestro cuerpo perderá calor más fácilmente y la sensación térmica será menor que la temperatura del aire. En la tabla adjunta está representada esta variación, en la primera columna de la izquierda tenemos la temperatura en grados centígrados y en la fila superior el valor de la humedad relativa en tanto por ciento.

T (°C)	Humedad relativa (%)																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
50	42	44	47	51	54	59	64														
45	38	40	42	45	47	50	54	55													
44	38	39	41	44	45	49	52	55													
43	37	39	41	42	44	47	51	54	58	62											
42	36	37	39	41	42	45	47	50	52	55											
41	35	36	38	39	41	43	45	48	51	54	57										
40	35	36	37	39	40	43	43	47	49	53	55										
39	34	35	36	37	38	41	41	44	46	50	50	55									
38	33	34	35	36	37	38	40	42	43	46	49	52	56	59							
37	32	33	34	35	36	38	38	41	41	44	46	49	51	55							
36	32	33	33	34	35	36	37	39	39	42	43	46	49	50	54	55					
35	31	31	32	33	34	34	36	37	38	40	42	43	46	48	51	54	58				
34	30	30	31	31	32	34	34	35	36	37	38	41	42	44	47	48	50	52	55		
33	29	29	30	30	31	33	33	34	34	35	36	38	39	42	43	45	49	49	53	54	55
32	28	29	29	30	31	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43	45	47	50	51	55
31	28	28	29	29	29	29	30	31	31	31	33	34	35	36	37	39	40	41	45	45	50
30	27	27	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	45
29	26	26	27	27	28	28	29	29	30	31	31	32	32	33	34	35	36	37	39	41	42
28	26	26	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29	30	31	32	32	33	34	34	36
27	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	33
26	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29	29	30
25	22	23	23	23	24	24	24	24	24	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28	28

NOTA a pie de tabla: *Estos valores están obtenidos de la página del Servicio Meteorológico de Estados Unidos y se pueden consultar en la dirección <http://www.wrh.noaa.gov/sandiego/espanol.html>, en la zona de Educación del Tiempo, Referencias; donde también pueden encontrar el índice de enfriamiento por el viento, pero en su versión antigua y un convertidor de temperaturas entre las escalas Fahrenheit y centígrada muy fácil de utilizar.*

Igual que sucedía con la sensación térmica por frío, el índice de calor está también relacionado con posibles trastornos en la salud. Si la temperatura aparente se encuentra entre 27 y 32° C aparecerá fatiga si realizamos alguna actividad física o con la exposición prolongada a estas temperaturas. Si se alcanza un valor los 41° C se pueden sufrir ataques de insolación, calambres y agotamiento por una exposición prolongada y/o por una actividad física. Y si la temperatura supera los 50° C se pueden producir golpes de calor e insolación rápidamente.

ram@meteored.com