



Temperatura

Definición: La magnitud Temperatura es una propiedad intensiva y general, es una propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico.

Sentimos la Temperatura como una medida de lo caliente o lo frío de un objeto. La temperatura determina la dirección de flujo de calor. A la Temperatura se mide con el instrumento de medida Termómetro. En el sistema internacional de medida, la unidad de la Temperatura el grado Kelvin (K).

El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición. En el caso de dos cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío hasta que sus temperaturas sean idénticas y se alcance el equilibrio térmico.

Por tanto, los términos de temperatura y calor, aunque relacionados entre sí, se refieren a conceptos diferentes: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

Los cambios de temperatura tienen que medirse a partir de otros cambios en las propiedades de una sustancia. Por ejemplo, el termómetro de mercurio convencional mide la dilatación de una columna de mercurio en un capilar de vidrio, ya que el cambio de longitud de la columna está relacionado con el cambio de temperatura.

Conceptos a recordar:

- **Alcance:** el alcance de un instrumento de medida es la mayor medida que se puede realizar con el instrumento una vez sola.
- **Escala:** es un intervalo dividido en partes iguales, con valores numéricos ordenados y relacionados con una magnitud.
- **Rango:** amplitud de la variación de un fenómeno entre un límite menor y uno mayor claramente especificado.
- **Apreciación:** es la menor variación de la medida que podemos registrar con dicho instrumento.
Forma práctica de calcularla: **Apreciación = alcance/Número de divisiones.**
- **Estimación:** cuando la medida no coincide exactamente con una marca de la escala, tendremos que subdividir “a ojo” el intervalo y estimar su valor. Muchas veces el observador puede suponer un valor comprendido entre esta mínima variación (apreciación) de la magnitud que expresa el instrumento de medida.

La estimación es una medida “a ojo” que realiza el operador y que **por lo general** es la mitad de la apreciación, se calcula generalmente: **Estimación = apreciación/2.**



Termómetro

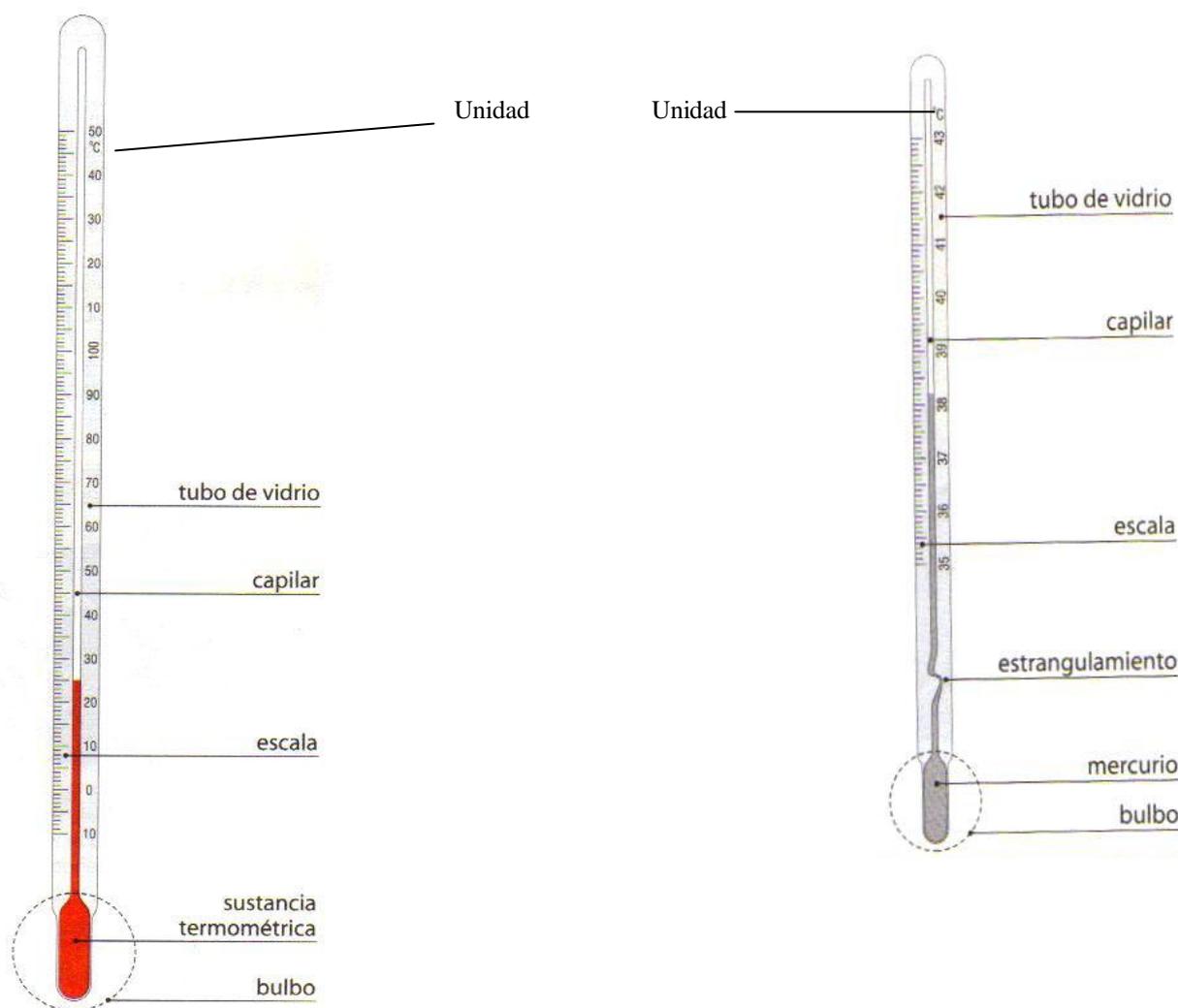
A la magnitud Temperatura se mide con el instrumento de medida llamado Termómetro.

Hay distintos tipo de termómetros, por ejemplo: termocúpulas, pirómetro óptico, termómetros líquidos (de laboratorio y clínico), termómetros digitales, otros. En particular vamos a estudiar termómetros líquidos, como se muestra en las figuras.

La constitución de un termómetro líquido: la escala termométrica o rango, la apreciación y unidad es propio de cada instrumento de medida, en éste caso de un termómetro.

DILATACIÓN: proceso físico por el cual se producen cambios de volumen como resultado de cambios de temperatura.

Termómetros Líquidos



Termómetro de Laboratorio

Termómetro Clínico

Características de la Sustancia Termométrica: es el líquido contenido en el capilar, generalmente es mercurio (el mercurio es un metal que a temperatura ambiente está en estado líquido) o alcohol coloreado.

- ✓ Tiene que experimentar grandes dilataciones ante pequeños aumentos de temperatura.
- ✓ No tiene que mojar, ni adherirse a las paredes del capilar.
- ✓ Tiene que ser un líquido visible y con un color que lo puedas distinguir a simple vista.
- ✓ Tiene que estar en el estado líquido entre -39 °C a 357 °C .
- ✓ Tiene que experimentar igual dilatación ante la misma variación de temperatura.

Termómetros Clínico y de Laboratorio:

Semejanzas → ambos termómetros tiene las mismas partes: tubo de vidrio exterior, capilar, escala termométrica, bulbo, unidad y sustancia termométrica.

Diferencias →

Termómetro	Rango de escala	Apreciación	Tamaño	Precio	Capilar
Clínico	De 35 °C a 42 °C	$0,1\text{ °C}$	12 cm aproximado	\$ 60,00	<u>Estrangulamiento</u> , es un termómetro de Máxima
De Laboratorio	De -20 °C a 150 °C	1 °C	35 cm aproximado	\$ 350,00	Recto

¿Cómo se usa el Termómetro de Laboratorio?

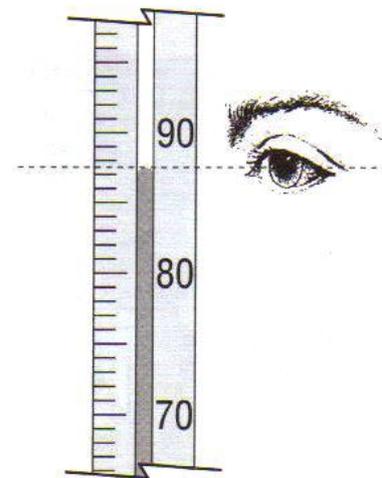
1° El termómetro tiene que estar en contacto con la sustancia que se va a medir, el bulbo del termómetro tiene que estar en contacto.

2° Se debe dejar unos minutos que se establezca la sustancia termométrica con la sustancia a medir. Tiene que estar en equilibrio térmico.

3° Mientras tenemos el bulbo en contacto con la sustancia a medir, enfrentamos nuestros ojos a la escala, de manera tal que tracemos una recta tangente al menisco que forma la sustancia termométrica.

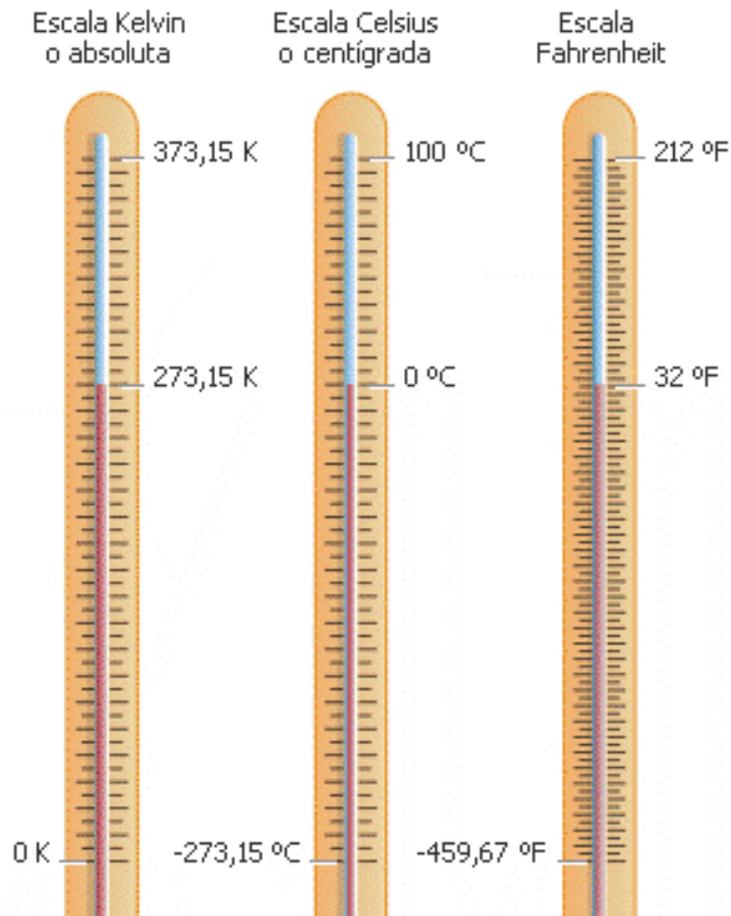
4° Anotamos la medida, teniendo en cuenta la apreciación de la escala del instrumento (1 °C) y dividiendo a "OJO" la apreciación a la mitad, así obtenemos la estimación.

La expresión de la temperatura medida es: $87,5\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ o también $(87,5 \pm 0,5)\text{ °C}$



Escalas Termométrica

Una de las primeras escalas de temperatura, todavía empleada en los países anglosajones, fue diseñada por el físico alemán Gabriel Daniel Fahrenheit. Según esta escala, a la presión atmosférica normal, el punto de solidificación del agua (y de fusión del hielo) es de 32 °F , y su punto de ebullición es de 212 °F . La escala centígrada o Celsius, ideada por el astrónomo sueco Anders Celsius y utilizada en casi todo el mundo, asigna un valor de 0 °C al punto de solidificación del agua y de 100 °C a su punto de ebullición. En ciencia, la escala más empleada es la escala absoluta o Kelvin, inventada por el matemático y físico británico William Thomson, lord Kelvin. En esta escala, el cero absoluto, que está situado en -273 °C , corresponde a 0 K , y una diferencia de un kelvin equivale a una diferencia de un grado en la escala centígrada.



Escala

Intervalo dividido en partes iguales,
con valores numéricos ordenados y relacionados con una magnitud.

TERMOMÉTRICA

Escala que nos permite medir temperatura.

Tipo de Escala

Celsius (1742)

Kelvin (1848)

Fahrenheit (1714)

Escalas de Temperatura

La temperatura es una propiedad intensiva y general. Tres escalas sirven comúnmente para medir la temperatura. Las escalas de Celsius y de Fahrenheit son las más comunes. La escala de Kelvin es primordialmente usada en experimentos científicos.

Escala Celsius

La escala Celsius fue inventada en 1742 por el astrónomo sueco Andrés Celsius. Esta escala divide el rango entre las temperaturas de fusión y de ebullición del agua líquida en 100 partes iguales en donde cada intervalo es UN GRADO CELSIUS. Por esto, se dice que la escala Celsius es centígrada. La escala Celsius no tiene límite superior de temperatura, pero el límite inferior en teoría es $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

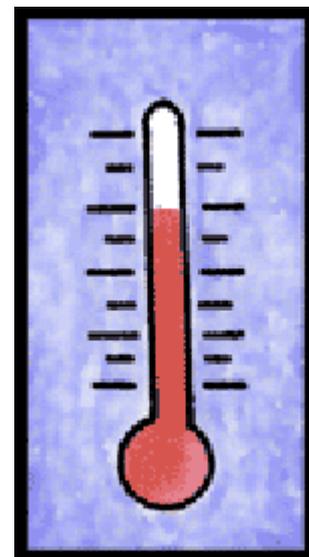
Escala de Kelvin

La escala de Kelvin lleva el nombre de William Thompson (Lord Kelvin), un físico británico que la diseñó en 1848. Ésta escala se utiliza en medios científicos, se le dio el nombre de escala absoluta. Lo que realizó Lord Kelvin, fue prolongar la escala Celsius hasta el cero absoluto, una temperatura hipotética caracterizada por una ausencia completa de energía calórica. La idea de proponer ésta escala, surgió de las discusiones relacionadas con las temperaturas máximas y mínimas que pueden alcanzar los cuerpos.

Se comprobó que teóricamente no hay límite superior para la temperatura, pero se observa que existe un límite natural cuando se intenta bajar la temperatura hasta $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, pues a esa temperatura se le denomina CERO ABSOLUTO. El cero absoluto es una temperatura que no se pudo alcanzar y solo se han determinado valores próximos. La escala Kelvin también es una escala centígrada.

Escala Fahrenheit

La escala Fahrenheit fue establecida por el físico holandés-alemán Gabriel Daniel Fahrenheit, en 1714. Aun cuando muchos países están usando ya la escala Celsius, la escala Fahrenheit es ampliamente usada en los Estados Unidos. Esta escala divide la diferencia entre los puntos de fusión y de ebullición del agua en 180 intervalos iguales. Las temperaturas en la escala Fahrenheit son conocidas como grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).



Equivalencias de Temperaturas

$$t\text{ (}^{\circ}\text{C)} + 273 = T\text{ (K)}$$

$$T\text{ (K)} - 273 = t\text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$\frac{9}{5} t\text{ (}^{\circ}\text{C)} + 32 = t\text{ (}^{\circ}\text{F)}$$

$$[t\text{ (}^{\circ}\text{F)} - 32] \frac{5}{9} = t\text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

SENSACIÓN TÉRMICA

La **sensación térmica** es la sensación aparente que las personas tienen en función de los parámetros que determinan el ambiente en el que se mueven, que son:

- Temperatura seca
- Temperatura radiante media o temperatura de bulbo negro.
- Temperatura húmeda o humedad relativa del aire.
- Velocidad del aire.

Consiste en un número determinado de números organizados en una tabla a la que se le da diferentes colores según su densidad. La sensación térmica depende de la relación entre el calor que produce el metabolismo del cuerpo y el que disipa hacia el entorno. Si es mayor el primero, la sensación es de calor; si es mayor el segundo, la sensación es de frío. Todo mecanismo que aumente las pérdidas de calor del cuerpo, dará sensación de frío y al contrario.

TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura corporal normal de los seres humanos varía entre los 36.5-37.5 °C. En general se habla de:

- Hipotermia, cuando la temperatura corporal es inferior a los 36 °C.
- Febrícula, cuando la temperatura es de 37.1-37.9 °C.
- Hipertermia o fiebre, cuando la temperatura es igual o superior a 38 °C.

Factores que afectan a la temperatura corporal

La temperatura corporal se puede ver modificada por diferentes factores, los cuales hay que tener en cuenta a la hora de realizar su determinación:

- **La edad.** El recién nacido presenta problemas de regulación de la temperatura debido a su inmadurez, de tal modo que le afectan mucho los cambios externos. En el anciano la temperatura corporal suele estar disminuida (36 °C).
- **La hora del día.** A lo largo de la jornada las variaciones de la temperatura suelen ser inferiores a 1.5 °C. La temperatura máxima del organismo se alcanza entre las 18 y las 22 horas y la mínima entre las 2 y las 4 horas. Este ritmo circadiano es muy constante y se mantiene incluso en los pacientes febriles.
- **El sexo.** En la segunda mitad del ciclo, desde la ovulación hasta la menstruación, la temperatura se puede elevar entre 0.3-0.5 °C.
- **El ejercicio físico.** La actividad muscular incrementa transitoriamente la temperatura corporal.
- **El estrés.** La emoción intensa como el enojo o la ira activan el sistema nervioso autónomo, pudiendo aumentar la temperatura.
- **Los tratamientos farmacológicos.**
- **Las enfermedades.**
- **La temperatura ambiente y la ropa que se lleve puesta.**
- **La ingesta reciente de alimentos calientes o fríos, el haberse fumado un cigarrillo, la aplicación de un enema y la humedad de la axila o su fricción (por el ejemplo al secarla)** pueden afectar el valor de la temperatura oral, rectal y axilar respectivamente, por lo que se han de esperar unos 15 minutos antes de tomar la constante. Si la axila está húmeda, se procederá a secarla mediante toques.

LUGARES DONDE SE PUEDE TOMAR LA TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura corporal se puede determinar en tres zonas: la axila, la boca y el recto. Las dos últimas son las que nos dan una idea más precisa de la temperatura real del organismo, ya que el termómetro se aloja en una de sus cavidades (“temperatura interna”, frente a la “temperatura externa” axilar). En general, la temperatura rectal suele ser 0.5 oC mayor que la oral y, ésta, 0.5 oC mayor que la axilar.

Temperatura Rectal 0.5 oC > Temperatura Oral 0.5 oC > Temperatura Axilar

➤ **Temperatura rectal**

Es la más exacta de las tres, aunque es la más incómoda. Está indicada en los niños menores de 6 años y en los enfermos inconscientes o confusos. Sus contraindicaciones son: pacientes con cirugía o trastornos rectales y pacientes con tracción o yeso en la pelvis o en las extremidades inferiores.

➤ **Temperatura oral o bucal**

Entre sus ventajas se encuentran el ser accesible y cómoda, además de bastante fiable. Como desventajas hay que mencionar el posible riesgo de lesión y/o de intoxicación por mercurio si el termómetro se rompe dentro de la cavidad oral. Está contraindicada en las siguientes situaciones:

- * Bebés y niños menores de 6 años, ya que su comportamiento es imprevisible.
- * Pacientes con patologías y cirugías orales o que tienen dificultad para respirar por la nariz (incluidos los enfermos con sonda nasogástrica).
- * Pacientes inconscientes, confusos, alterados o con convulsiones.
- * Pacientes que están recibiendo oxígeno a través de una mascarilla.

➤ **Temperatura axilar**

Es la más cómoda y segura, aunque la menos exacta (“temperatura externa”).

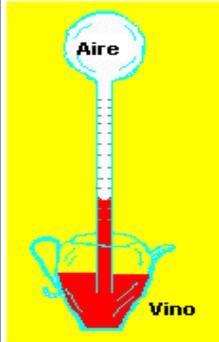
Tabla 1. Comodidad, precisión y seguridad de los lugares donde se puede determinar la temperatura corporal.

	Comodidad	Precisión	Seguridad
Temperatura rectal	+	+++	++
Temperatura oral	++	++	+
Temperatura axilar	+++	+	+++

Un poco de Historia

La temperatura de los cuerpos es un concepto que el hombre primitivo (precientífico) captó a través de sus sentidos. Si tocamos dos piedras iguales, una a la sombra y otra calentada por el sol (o por el fuego de una hoguera) las encontramos diferentes. Tienen algo distinto que detecta nuestro tacto, la temperatura. La temperatura no depende de si la piedra se desplaza o de si está quieta y tampoco varía si se fragmenta. Las primeras valoraciones de la temperatura dadas a través del tacto son simples y poco matizadas. De una sustancia sólo podemos decir que esta caliente, tibia (caliente como el cuerpo humano), templada (a la temperatura del ambiente), fría y muy fría.

Con el diseño de aparatos se pudieron establecer escalas para una valoración más precisa de la temperatura.



El primer termómetro (vocablo que proviene del griego *thermes* y *metron*, medida del calor) se atribuye a Galileo que diseñó uno en 1592 con un bulbo de vidrio del tamaño de un puño y abierto a la atmósfera a través de un tubo delgado.

Para evaluar la temperatura ambiente, calentaba con la mano el bulbo e introducía parte del tubo (boca abajo) en un recipiente con agua coloreada. El aire circundante, más frío que la mano, enfriaba el aire encerrado en el bulbo y el agua coloreada ascendía por el tubo.

La distancia entre el nivel del líquido en el tubo y en el recipiente se relacionaba con la diferencia entre la temperatura del cuerpo humano y la del aire.

Si se enfriaba la habitación el aire se contraía y el nivel del agua ascendía en el tubo. Si se calentaba el aire en el tubo, se dilataba y empujaba el agua hacia abajo.

Las variaciones de presión atmosférica que soporta el agua pueden hacer variar el nivel del líquido sin que varíe la temperatura. Debido a este factor las medidas de temperatura obtenidas por el método de Galileo tienen errores. En 1644 Torricelli estudió la presión y construyó el primer barómetro para medirla.

En 1641, el Duque de Toscana, construye el termómetro de bulbo de alcohol con capilar sellado, como los que usamos actualmente. Para la construcción de estos aparatos fue fundamental el avance de la tecnología en el trabajo del vidrio. A mediados del XVII, **Robert Boyle** descubrió las dos primeras leyes que manejan el concepto de temperatura:

- en que los gases encerrados a temperatura ambiente constante, el producto de la presión a que se someten por el volumen que adquieren permanece constante.
- la temperatura de ebullición disminuye con la presión.

Posteriormente se descubrió, pese a la engañosa evidencia de nuestros sentidos, que todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura (ley del equilibrio térmico). Al descubrir esta ley se introduce por primera vez una diferencia clara entre calor y temperatura. Todavía hoy y para mucha gente estos términos no están muy claros.

Los termómetros tuvieron sus primeras aplicaciones prácticas en Meteorología, en Agricultura (estudio de la incubación de huevos), en Medicina (fiebres), etc., pero las escalas eran arbitrarias: "estaba tan caliente como el doble del día más caliente del verano" o tan fría como "el día más frío del invierno". Antes de la aparición de los termómetros de mercurio se construyeron termómetros de alcohol como los de Amontons y Reamur.

En 1714 Fahrenheit, un germano-holandés (nació en Dancin y emigró a Ámsterdam), fabricante de instrumentos técnicos, construyó e introdujo el termómetro de mercurio con bulbo (usado todavía hoy) y tomó como puntos fijos:

- el de solidificación de una disolución saturada de sal común en agua, que es la temperatura más baja que se podía obtener en un laboratorio, mezclando hielo o nieve y sal.
- y la temperatura del cuerpo humano - una referencia demasiado ligada a la condición del hombre.

Dividió la distancia que recorría el mercurio en el capilar entre estos dos estados en 96 partes iguales. **Newton** había sugerido 12 partes iguales entre la solidificación del agua y la temperatura del cuerpo humano. El número 96 viene de la escala de 12 grados, usada en Italia en el S. XVII ($12 \cdot 8 = 96$). Aunque la temperatura de la mejor proporción de hielo y sal es alrededor de -20°C Fahrenheit, finalmente, ajustó la escala para que el punto de solidificación del agua (0°C en la escala Celsius) fuera de 32°F y la temperatura de ebullición del agua de 212°F (100°C en la escala Celsius). La escala Fahrenheit, que se usa todavía en los países anglosajones, no tenía valores negativos (no se podían lograr en esa época temperaturas por debajo de cero grados) y era bastante precisa por la dilatación casi uniforme del mercurio en ese intervalo de temperaturas.

En 1742 Celsius, científico sueco de Upsala, propuso los puntos de fusión y ebullición del agua al nivel del mar ($P=1\text{ atm}$) como puntos fijos y una división de la escala en 100 partes (grados).

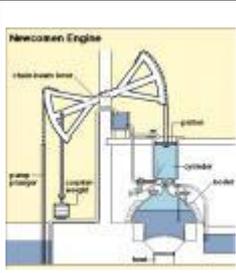
Como en Suecia interesaba más medir el grado de frío que el de calor le asignó el 100 al punto de fusión del hielo y el 0 al del vapor del agua en la ebullición. Más tarde el botánico y explorador **Linneo** invirtió el orden y le asignó el 0 al punto de solidificación del agua. Esta escala, que se llamó centígrada por contraposición a la mayoría de las demás graduaciones, que eran de 60 grados según la tradición astronómica, ha perdurado hasta época reciente (1967) y se proyectó en el Sistema métrico decimal (posterior a la Revolución Francesa).



La escala Kelvin (1848) tiene como referencia la temperatura más baja del cosmos. Para definir la escala absoluta o Kelvin es necesario recordar lo que es el punto triple. El llamado punto triple es un punto muy próximo a 0°C en el que el agua, el hielo y el vapor de agua están en equilibrio. En 1967 se adoptó la temperatura del punto triple del agua como único punto fijo para la definición de la escala absoluta de temperaturas y se conservó la separación centígrada de la escala Celsius. El nivel cero queda a $-273,15\text{ K}$ del punto triple y se define como cero absoluto o 0 K . En esta escala no existen temperaturas negativas. A la temperatura del cero absoluto no existe ningún tipo de movimiento y no se puede haber intercambio de calor. Es la temperatura más baja posible y todo el movimiento atómico y molecular se detiene. Todos los objetos tienen una temperatura más alta que el cero absoluto y por lo tanto pueden emitir energía térmica o calor.

Paralelamente al estudio de los conceptos de temperatura y de calor se empezaron a desarrollar aplicaciones técnicas derivadas de la manipulación de la energía térmica. A finales del s. XVII se empezó a utilizar el vapor de agua para

mover las bombas de achique de las minas de carbón en Inglaterra. Las primeras máquinas fueron la bomba de Savery (1698) y la de Newcomen (1711). La máquina de Savery consistía en un cilindro conectado mediante una cañería a la fuente de agua que se deseaba bombear, el cilindro se llenaba de vapor de agua, se cerraba la llave de ingreso y luego se enfriaba. Cuando el vapor se condensaba se producía un vacío que permitía el ascenso del agua.



En la máquina de Newcomen el vapor a presión atmosférica (sin recalentar) procedente de una caldera (alambique de cobre de cervecería) se metía en un cilindro y elevaba un émbolo.

El émbolo estaba conectado a un balancín. El balancín al quedar libre por el peso de las cuerdas y de los contrapesos accionaba la bomba de achique en la mina en un sentido, luego se cerraba la entrada de vapor y se inyectaba agua fría que ocasionaba un gran vacío en el cilindro. El pistón se movía y arrastraba el balancín en el otro sentido, con lo cual se elevaba el pistón de la bomba. El ciclo se repetía indefinidamente.

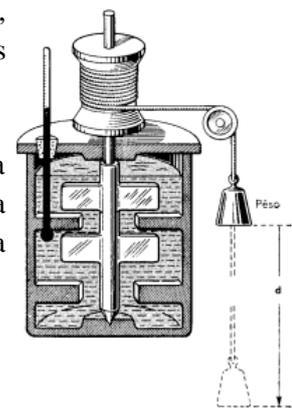
Esta conversión de energía térmica en energía mecánica, que daba 4 Kw con un rendimiento del 1%, fue el fundamento de la Revolución Industrial y dio origen a una nueva ciencia: la **Termodinámica**, que estudia la transformación de calor (termo) en trabajo (dinámica). Durante el siglo XVIII se asentaron las bases para utilizar las máquinas de vapor para mover maquinaria industrial, para el transporte marítimo (barcos) y terrestre (locomotoras)... En 1769 Watt ideó la separación entre el expansor y el condensador y a partir de entonces empezó la fabricación a nivel industrial.

En 1765, el profesor de química escocés Joseph Black (Watt fue ayudante suyo) realizó un gran número de ensayos calorimétricos, distinguiendo claramente entre calor (cantidad de energía) y temperatura (nivel térmico). Introdujo los conceptos de calor específico y de calor latente de cambio de estado. Uno de los experimentos de Black consistía en echar un bloque de hierro caliente en un baño de hielo y agua y observar que la temperatura no variaba. Desgraciadamente, sus experimentos eran a presión constante cuando se trataba de líquidos, y a volumen constante cuando eran gases, y el trabajo intercambiado por el sistema con el exterior era siempre despreciable, dando origen a la creencia errónea de que el calor se conservaba en los procesos térmicos: famosa y errónea **teoría del calórico**.

En 1798, B. Thompson (conde Rumford) rebatió la teoría del calórico de Black diciendo que se podía generar continuamente calor por fricción, en contra de lo afirmado por dicha teoría. Hoy día suele mostrarse esta teoría del calórico (que fue asumida por grandes científicos como **Lavoisier, Fourier, Laplace, Poisson** y que llegó a utilizar **Carnot** para descubrir el "Segundo Principio de la Termodinámica") como el ejemplo más notorio que a veces una teoría inicial equivocada puede conducir al final a resultados correctos que obligan a revisarla. ¡ Así avanzan las CIENCIAS !

No fue hasta 1842, con los concluyentes experimentos de Mayer y Joule, cuando se desechó la teoría de calórico y se estableció que el calor es una forma de energía.

Mayer y Joule establecen una correspondencia entre la energía mecánica y el calor producido por el movimiento de unas paletas dentro de agua cuando son accionadas por unas pesas que disminuían su energía potencial.



Su equivalencia: 1 caloría=4,18 Julios

Experimento: Fabricación de un Termómetro

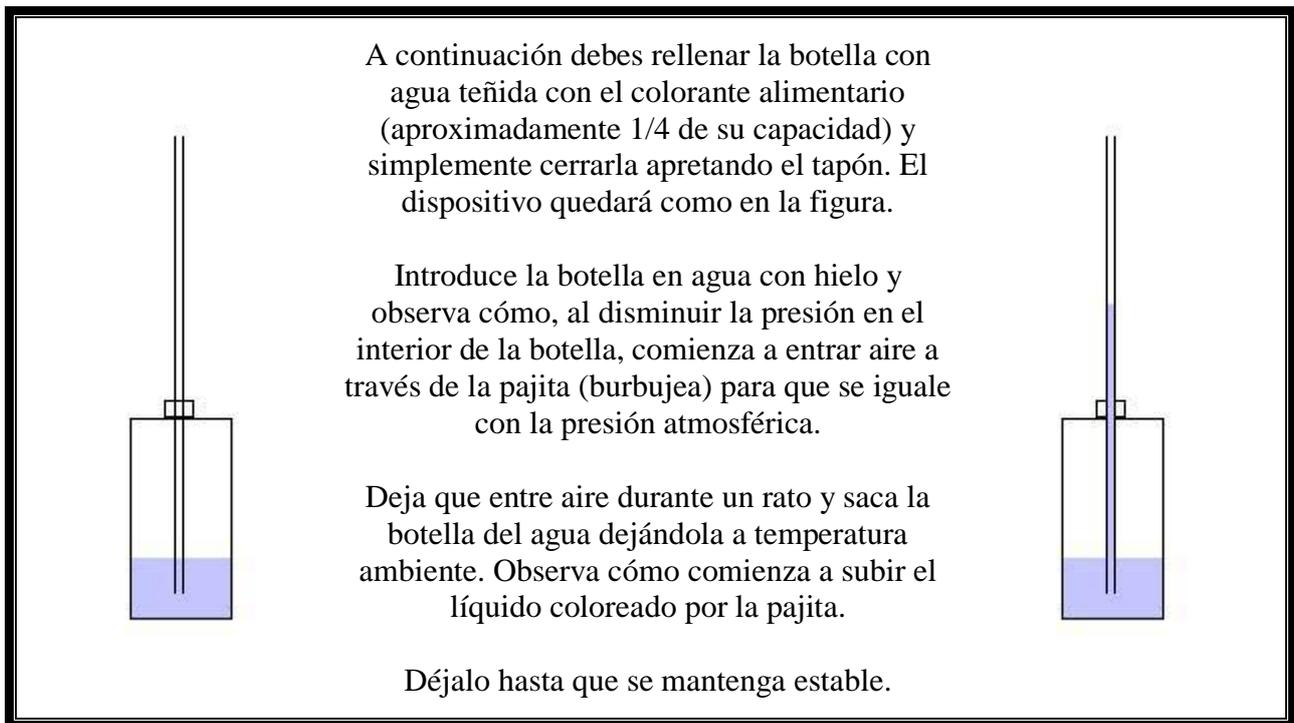
En esta experiencia vamos a aprender a fabricar un termómetro muy simple con una pajita.

¿Qué necesitamos?

- Una pajita
- Una botella de plástico de las que se utilizan para bebidas con gas.
- Un rotulador permanente (de los que se usan para escribir en los CD)
- Un termómetro para medir la temperatura exterior (sirve un termómetro de cocina)
- Un vaso con agua, agua caliente y cubitos de hielo.
- Colorante alimentario

¿Cómo lo hacemos?

En primer lugar necesitamos atravesar el tapón de la botella con una pajita larga o varias pajitas unidas. De forma que al cerrar la botella con el tapón, el extremo de la pajita quede cerca del fondo.



Cómo graduar el termómetro

Cuando la altura del líquido en la pajita se haya estabilizado haz una marca con el rotulador. Corresponderá a la temperatura ambiente que marque el termómetro exterior. Ahora vamos a introducir la botella, junto con el termómetro, en agua fría, el nivel del líquido en la pajita descenderá. Esperamos a que se estabilice y hacemos una marca con el rotulador anotando la temperatura que indica el termómetro externo. Repetimos la operación con agua templada. Volvemos a hacer una marca y anotamos la temperatura que indica el termómetro externo. Ya tenemos tres temperaturas marcadas. Basta con que hagas marcas a intervalos regulares para terminar de graduarlo. Este termómetro es muy sensible y basto con que acerques las manos a la botella para que suba el nivel del líquido.

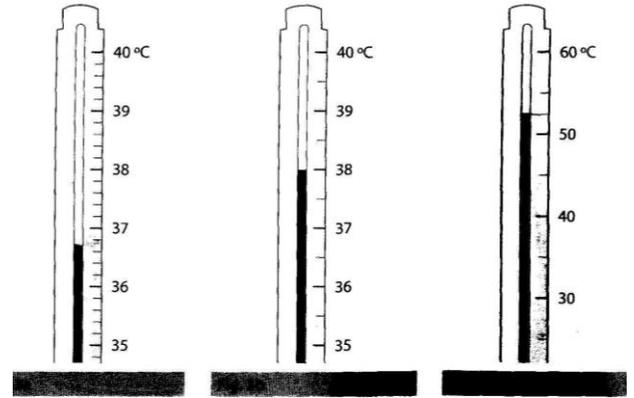
¿Cómo funciona?

El termómetro que has fabricado tiene un fundamento muy sencillo. En la botella hemos dejado una cámara de aire que se dilata al aumentar la temperatura, aumentando la presión. Para poder equilibrarse con la presión atmosférica exterior el líquido sube por la pajita. Cuando se enfría ocurre lo contrario.

Problemas y Ejercicios:

1) Los termómetros de la figura están registrando las temperaturas de tres ambientes distintos. Para cada caso indica:

- La apreciación del termómetro.
- La estimación de la medida.
- La temperatura indicada con su correspondiente incertidumbre.



2) Dibuja parte de la escala de un termómetro cuya apreciación sea $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y que el menisco del mercurio marque $293,5\text{ K}$.

3) Agustina utiliza un termómetro clínico con una apreciación de $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, para determinar la temperatura corporal de su hermano. ¿Cuál de los siguientes valores está correctamente expresado por ella? ¿Por qué?

- a) $(37 \pm 0,1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ b) $(37,00 \pm 0,05)\text{ K}$ c) $(37,0 \pm 0,05)\text{ }^{\circ}\text{C}$ d) $37,00\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$

4) Marca y justifica cuál o cuáles de las siguientes temperaturas son imposibles:

- a) $0\text{ }^{\circ}\text{F}$ b) -90 K c) 5050 K d) $-350\text{ }^{\circ}\text{F}$ e) $459\text{ }^{\circ}\text{F}$ f) $-274\text{ }^{\circ}\text{C}$ g) $3675\text{ }^{\circ}\text{C}$ h) $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ i) $-517\text{ }^{\circ}\text{F}$

5) Completa el siguiente cuadro

ESCALA CELSIUS	ESCALA FAHRENHEIT	ESCALA KELVIN
233 $^{\circ}\text{C}$		
	-80 $^{\circ}\text{F}$	
		416 K
-5 $^{\circ}\text{C}$		
	1520 $^{\circ}\text{F}$	
		93 K

6) Ordena las siguientes temperaturas en orden decreciente. a) 250 K; b) 90 $^{\circ}\text{F}$; c) 33 $^{\circ}\text{C}$; d) -105 $^{\circ}\text{F}$; e) 300 K; f) -15 $^{\circ}\text{C}$; g) 300 K; h) 20 K; i) 0 K.

7) Agustín mide la temperatura de cierta sustancia y el valor obtenido es **X** en la escala Celsius, se le suma $50\text{ }^{\circ}\text{C}$; y al resultado se expresa en $^{\circ}\text{F}$, dando -328 $^{\circ}\text{F}$.

- Averigua cuál es el valor **X** de temperatura.
- Expresa esa temperatura en la escala Kelvin.

8) En casi todos los hogares hay por lo menos un termómetro clínico o digital. ¿Puedes usar este termómetro para medir la temperatura del vapor de agua que sale de una caldera o la temperatura de un trozo de carne recién sacada del freezer? Justifica tu respuesta.

9) Dibuja un termómetro con los siguientes datos:

- apreciación $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- alcance $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- medida $34,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ¿Cuál es el error de la medida?