

TERMÓMETROS DE MERCURIO

por Carlos Eduardo Núñez

Texto libre y gratis para usos no lucrativos nombrando la fuente.

www.cenunez.com.ar

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos tecnológicos de la segunda mitad de este siglo nos han puesto al alcance un accesible instrumental, que en general posee alta exactitud y precisión, en un amplio rango de temperaturas. Éstos termómetros se basan en propiedades físicas de la materia, de una constancia y linealidad inmejorables para la medición, como la generación de una corriente proporcional a la temperatura cuando se sueldan dos metales distintos, que es el caso de la termocupla, o de la variación de la resistencia de un semiconductor en el caso de los termorresistores, para citar los tipos más utilizados. Tomando ciertas precauciones, estos equipos pueden utilizarse como patrones absolutos de temperatura. Sin embargo los termómetros electrónicos, por lo menos a los que tenemos acceso en los laboratorios químicos corrientes, adolecen de algunas limitaciones e inconvenientes, que hacen mantener la vigencia del clásico termómetro de mercurio. Las mismas son las siguientes:

VIDRIO Y MERCURIO VS. ELECTRÓNICA

- a) En general el sensor está incluido en una vaina, que si bien van disminuyendo de tamaño con los años, es aún de considerables dimensiones y no siempre se puede colocar dentro de los equipos de laboratorio en el lugar adecuado. Además debe llevar el cable adosado que molesta en el trabajo.
- b) A diferencia del termómetro de mercurio, en el que uno visualiza directamente el fenómeno físico en que se basa su uso, es decir que ve con sus ojos como se dilata el mercurio en la columna capilar, los termómetros electrónicos requieren un sistema captura y ampliación de la señal, complementado en los digitales por una traducción de la misma en símbolos legibles. Esto hace que haya un sistema intermediario entre el fenómeno físico y el operador, que debe funcionar perfectamente para no cometer errores de lectura.
- c) Los termómetros electrónicos necesitan una calibración frecuente, puesto que hay muchas pequeñas variables que no pueden ser controladas en su uso, como la tensión de la línea, la humedad del ambiente, la aislación, el desgaste de los elementos de los circuitos, etc.
- d) Tienen una vida útil relativamente corta, propia de la de los elementos electrónicos que lo componen.
- e) Son costosos: un buen termómetro electrónico vale entre 10 y 30 veces más que uno de mercurio.

Éstas limitaciones no las tienen los termómetros de mercurio, que por otro lado, son frágiles a los golpes y a los saltos bruscos de temperatura, tienen rangos pequeños de medición y son de difícil lectura. La resultante de ventajas e inconvenientes es que cada tipo es adecuado para determinados usos. Los electrónicos son aconsejables para termómetros que estén fijos, por ejemplo el que se adosa al electrodo del peachímetro o a las estufas y muflas, y en todos los casos de medición de temperatura de equipos de escala piloto o mayores.

Por el contrario los de mercurio se prestan mejor para el trabajo de mesada. En los aparatos de vidrio, cuando hay que utilizarlo como elemento manual o para mediciones en medios muy corrosivos para los metales. Con respecto a los termómetros patrones o de referencia interna del laboratorio, salvo que se cuente con un sistema desarrollado de metrología instrumental, es aconsejable conseguirse buenos termómetros de mercurio y efectuarles las calibraciones necesarias.

COMO SE CONSTRUYE UN TERMÓMETRO DE MERCURIO.

Se parte de un tubo capilar de paredes gruesas abierto en los dos extremos al que por medio del soplete, se le expande un extremo para hacerle el bulbo. A continuación se le carga mercurio, que debe ser muy puro y estar exento de óxido, hasta una altura que se conoce por experiencias previas. Para eliminar el aire del capilar por encima de la parte llena, se le hace vacío en el extremo abierto o se lo calienta hasta cerca del punto de ebullición del metal, alrededor de 350° C, para que sus vapores desplacen el aire. Posteriormente se cierra a la llama, dejando una burbuja de vidrio en el extremo superior para que si por error la columna llega al tope, no estalle el termómetro por la dilatación. Una vez cerrado se marcan dos puntos fijos en su longitud, calibrados por medio de temperaturas patrones perfectamente conocidas, y la distancia entre ambas se marca en grados y fracciones de igual longitud, asumiendo que la sección del capilar es constante.

Analizando la construcción, y suponiendo que el mercurio era suficientemente puro y el vacío el adecuado, se pueden inferir los dos principales errores que presentan los termómetros comunes: Las alturas fijas realizadas para su calibración, dependen de cuanto haya estado sumergido el termómetro en el medio a la temperatura de calibración, y cual fue la temperatura del medio exterior. Y, por otro lado, que tan cierta es en realidad la presunción de que la sección del capilar es constante.

Con respecto al primer error los termómetros de buena marca traen escrito si fueron calibrados por inmersión del bulbo o si son de "inmersión total". Referente al segundo salvo los de muy buena calidad, de marca certificada que son difíciles de conseguir, los termómetros no responden a una ley lineal de dilatación y deben ser calibrados. Dependiendo del lugar de fabricación y de su costo, los errores de los termómetros comunes son variables. Hemos encontrado de hasta 9° C de diferencia, aunque lo frecuente son de uno a tres grados en más o en menos.

COMO SE CALIBRA UN TERMÓMETRO

Ya hemos dicho que los termómetros comunes de mercurio no vienen calibrados, o lo están para determinado tipo de inmersión que no siempre viene marcada, por lo que medir temperaturas con certidumbre de uno o dos grados sin haber calibrado el termómetro no tiene ningún sentido técnico. Si no se cuenta con el equipo de calibración, que utilizan los departamentos de control de instrumentos, es necesario arreglárselas en el laboratorio. Para ello hay varias maneras de hacerlo dependiendo de los recursos del laboratorio y de la necesidad de precisión en las lecturas.

1) Cambios de estado del agua

La más sencilla consiste en medir los dos puntos de cambio de estado del agua, aunque hay que decir que hacerlo es mucho más difícil de lo que se cree. En el caso del punto de congelación hay que utilizar hielo hecho con agua destilada que esté muy finamente dividido, para lo cual es conveniente utilizar una licuadora para molerlo. Al mezclar el hielo con el agua, hay que recordar que está a menor temperatura que la de congelamiento, (si es de congelador de heladera 4-8° bajo cero, y si es de frizer 15-18° bajo cero), por lo que el bulbo del termómetro no debe tocar ningún trozo. Por otro lado el agua agregada está a más de 0°, y por lo tanto hay que esperar el tiempo suficiente.

En general es difícil que colocando un termómetro bien calibrado en un baño de agua-hielo, marque justo 0° centígrado. El punto de ebullición es aún más dificultoso que el de fusión, porque es más variable y hay que tomar precauciones extras. Para determinarlo hay que recordar que las moléculas que se evaporan son las de mayor energía.

Este efecto para nada es teórico, y se puede apreciar si se leen las temperaturas cuando se hacen las mediciones. Por lo tanto el bulbo del termómetro debe estar exactamente por encima del espejo del líquido, aunque sin tocarlo. El resto de la columna de mercurio, además, no debe estar sumergido en la corriente de vapor al calibrar, salvo que se vaya a medir siempre en estas condiciones. Por lo

tanto hay que diseñar algún artificio para que solamente esté en contacto con el vapor el bulbo del termómetro. Hay que hacer además una corrección por la presión atmosférica, puesto que normalmente no es de 760 mm de mercurio. Para ello hay que leer la presión en el laboratorio con un barómetro o estimar la diferencia. En Misiones, en verano oscila entre 748 y 755, que corresponde aproximadamente a 0,8 y 0,1° C menos respectivamente.

Una vez tomadas estas lecturas hay que suponer una variación proporcional entre 0 y 100° y corregir los valores de acuerdo a ello. Como se ve, este método no es muy conveniente porque los puntos fijos poseen cierta incertidumbre trabajando con los métodos comunes de un laboratorio, y quedan amplios rangos de temperatura sin calibrar.

2) Cambios de estado de sustancias patrones y de referencia.

Este método es el que se utiliza si se quiere calibrar con la certidumbre necesaria en el trabajo corriente, y no se cuenta con termómetros patrones o métodos electrónicos de calibración. Consiste en controlar un buen termómetro, por medio de sustancias de punto de cambio de estado conocido. Esto se puede hacer con uno sensible graduado en décimas o quintos de grado que son de pequeño rango, o uno de gran rango que, por lo tanto es de poca sensibilidad). En el primer caso las mediciones van a ser más precisas pero se va a necesitar más de un termómetro para cubrir el rango completo de temperaturas utilizadas en un laboratorio, ocurriendo lo contrario en el otro caso. La certidumbre del trabajo va a ser función del tipo y calidad de las sustancias elegidas, del sistema de homogeneización del baño térmico y de las destreza del operador.

Se pueden utilizar los puntos de fusión o de ebullición de las sustancias, pero se recomienda los primeros por su sencillez y porque no son afectados por la presión exterior. La elección de las sustancias es fundamental: deben ser preferentemente las que no formen hidratos para que el contenido de agua no varíe, que sean estables a la temperatura, es decir que no se descompongan al calentarlas y que sus puntos de cambio de estado ascendentes coincidan lo más posible con los descendentes.

Nuestra experiencia nos aconseja hidrocarburos o ácidos carboxílicos ambos sólidos como los mejores y aminas, polifenoles, y sustancias carbonílicas como no convenientes.

Citaremos aquí algunas de las que hemos utilizado con éxito, ya sea como patrones o como de referencia, (para la definición de estos términos ver "Sustancias patrones y de referencia").

Sustancias que se pueden utilizar como patrones

Sustancia	Pto. de fusión °C
p- diclorobenceno	53,0
naftaleno	80,22
ácido benzoico	122,4
Indio (metálico)	156,6
ácido salicílico	159

Sustancias que se pueden utilizar como de referencia

Sustancia	Pto. de fusión °C
agua	0,0
difenilamina	52,8
ácido sórbico	133,8

Sustancia	Pto. de ebullición °C
agua	100,0
fenol	181,9

Ésta lista no es completa, sino que está compuesta por las sustancias probadas por nosotros con buenos resultados. El ácido benzoico, el naftaleno y el indio son utilizadas en la bibliografía para estos fines. Cuantos más puntos se midan habrá, obviamente, menores rangos de temperatura sin controlar.

Una vez realizado el control, en base a los resultados habrá que hacer la corrección para cada temperatura y anotarse en una planilla del termómetro. Si se observa una variación constante de las temperaturas que debieran ser y las leídas, es posible que el termómetro haya estado calibrado para otro nivel de inmersión. Esto es casi seguro si es de vástago largo o posee una gran distancia entre el bulbo y el comienzo de la escala.

COMO SE CALIBRA

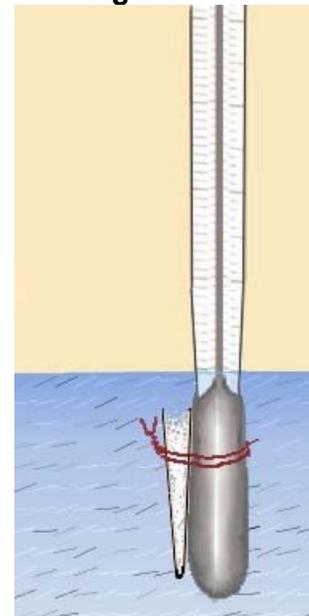
La calibración se efectúa con la técnica que se utiliza en trabajos prácticos de medición de punto de fusión y de ebullición. Aquí haré una corta reseña. Para la operación de determinación del punto de fusión se utiliza la propiedad de los sólidos que son opacos o traslúcidos cuando están como polvos y de los líquidos que son transparentes. Entonces el punto de fusión es ese momento en el que se ve que el polvo opaco se hace transparente. Para el punto de ebullición el hecho que en el mismo toda la masa del líquido hierve y entonces se forman muchas burbujas.

En la práctica se utiliza un capilar que se llena con el polvo o con el líquido problema y se adosa al bulbo del termómetro, como se puede ver en la figura N° 1.

CUIDADO DEL TERMÓMETRO DE MERCURIO.

- a) Cuando llegue un nuevo termómetro al laboratorio colóquelo con un rótulo con un código sencillo para tenerlo diferenciado desde el primer momento. Puede ser "T(número)". Posteriormente si se calibra se hace una planilla de corrección de temperaturas. En mi caso personal tengo el famoso T11, que tiene diferencias entre 1,5 y 2,5 °C, desde hace veintitres años y sigue vivo y coleando gracias al cuidado mío y de otros.
- b) Colóquelo una alambrecito o en su defecto un hilo grueso en el ojal para poderlo colgar.
- c) Contrólole o calíbrelo antes de utilizarlo.
- d) Si lo utiliza en soluciones de álcalis fuertes o calientes, lávelo enseguida de sacarlo. Recuerde que este medio ataca el vidrio.
- e) Si lo va a utilizar en experiencias con agitación mecánica o en cualquier condición donde sea probables que se golpee, (por ejemplo en un trabajo práctico de alumnos sin experiencia), es conveniente colocarle una protección en la parte inferior, es decir en el bulbo y el inicio de la escala. La forma más sencilla es por medio de pequeños aros de látex o goma dejando espacio entre uno y otro para que no se aisle demasiado de la temperatura exterior. Se puede poner un trozo entero del material elástico, pero en este caso se pierde velocidad en la lectura puesto que este material es aislante del calor. Lo mejor es adaptarle una vaina metálica que puede abarcar toda la longitud si se construye con una ranura longitudinal para leer las temperaturas.
- f) Dos de cada tres termómetros se rompen por golpes. Por lo tanto no lo utilice como agitador.

Figura N° 1



Versión de marzo de 2008

