

CONCEPTOS EQUIVOCADOS SOBRE LA TERMOMETRÍA DE RADIACIÓN

Dr. Daniel Cárdenas García

Director de Termometría del Centro Nacional de Metrología

La termometría de radiación es muy útil en diversas aplicaciones, como en el caso en donde se requiere determinar el valor de temperatura de una superficie que no queremos contaminar mediante el contacto físico, cuando el objeto a medir nos resulta inaccesible, está en movimiento o se encuentra bajo condiciones en las que el contacto físico con él es peligroso para quien va a realizar la medición.

Muchos usuarios perciben a los termómetros de radiación como instrumentos que proveen resultados de medición poco confiables. Esta percepción de falta de confiabilidad de las mediciones con termómetros de radiación se debe a múltiples factores, de los cuales destacan que los instrumentos que utilizan no están calibrados, que no se cuenta con un procedimiento basado sobre un método válido para realizar la medición, pero principalmente se debe a que los mismos usuarios no tienen la competencia para seleccionarlos, ni para usarlos.

La falta de competencia de quienes utilizan termómetros de radiación ha generado conceptos equivocados relacionados con su uso. La manera de desarrollar la competencia en termometría de radiación inicia con la capacitación impartida por una organización competente. A continuación presentamos los conceptos equivocados más comunes que hemos registrado durante la impartición de capacitación sobre termometría de radiación en el Centro Nacional de Metrología.

Concepto equivocado 1. La medición de temperatura con un termómetro de radiación se hace con el láser apuntador.

Muchos termómetros de radiación tienen forma de pistola, y además tienen un láser que se activa al medir con ellos.

Esto ha hecho pensar a muchas personas que la medición se realiza con la emisión láser que impacta la superficie y se refleja al detector.

A pesar de la forma de pistola, los termómetros de radiación no miden “disparando” algo; la medición de temperatura la efectúan con la radiación electromagnética que proviene de la superficie del objeto que se desean medir y que llega a sus detectores.

La luz emitida por el láser sólo sirve como un indicador de la zona que mide el termómetro de radiación. En algunos casos muestra el centro del área que mide, y en otros señala el contorno del área que mide.

Concepto equivocado 2. Los termómetros de radiación miden emitiendo radiación que puede ser peligrosa para la salud.

Cuando se habla de termometría de radiación, la radiación a la que se hace referencia es a la radiación electromagnética, principalmente en las regiones infrarroja y visible.

Algunas personas dudan en utilizar los termómetros de radiación porque creen que estos emiten radiación que puede ser dañina para la salud.

En realidad, la radiación electromagnética que miden es la que proviene de la superficie de los objetos. Los objetos emiten radiación electromagnética de manera natural relacionada con el valor de temperatura a la que se encuentran.

Concepto equivocado 3. El valor de temperatura que se mide con los termómetros de radiación corresponde a la temperatura interna del objeto

Típicamente los termómetros de radiación se utilizan para medir la superficie de objetos opacos. Esto es, se busca medir la superficie de aquellos objetos que no son transparentes, ni translucidos en el intervalo de longitudes de onda en que trabajan los termómetros de radiación. Esto significa que la radiación que miden proviene de la superficie del objeto, no de su interior.

Todos sabemos que la superficie de una papa caliente es menos caliente que su interior. Entonces, debemos tener cuidado y no utilizar el valor de temperatura de la superficie como representativo del valor de temperatura del interior.

Concepto equivocado 4. Todas las superficies son igualmente eficientes para emitir radiación electromagnética

La realidad es que las superficies más reflejantes son menos eficientes para emitir que las menos reflejantes. Esto es, un espejo es menos eficiente para emitir radiación electromagnética que una pared pintada de color mate.

Si todas las superficies fueran igualmente eficientes para emitir radiación electromagnética, entonces nos darían la misma sensación de calor al acercarnos a ellas.

Un metal pulido puede estar muy caliente y no darnos la sensación de calor al acercar nuestra mano a su superficie. Esto significa que la superficie del metal pulido es poco eficiente para emitir radiación electromagnética. En cambio, al acercar nuestra mano a una parrilla negra y caliente, enseguida sentiremos el calor. La superficie de la parrilla negra es muy eficiente para emitir radiación térmica.

Para medir la temperatura de una superficie con termometría de radiación, se debe conocer su eficiencia para emitir radiación. Esta eficiencia se conoce como emisividad.

Concepto equivocado 5. Todos los termómetros de radiación son adecuados para medir la temperatura de la superficie de diferentes materiales.

Los termómetros de radiación miden en diferentes regiones del espectro electromagnético. Hay termómetros de radiación que miden en la región visible, otros miden en la región infrarroja cercana o en la región infrarroja media.

La selección del termómetro de radiación adecuado para medir el valor de temperatura de una superficie depende de

- el intervalo de valores de temperatura al que típicamente está la superficie y
- la región del espectro electromagnético donde la superficie es opaca, y
- su eficiencia para emitir radiación electromagnética.

Concepto equivocado 6. Es fácil obtener mediciones confiables con termómetros de radiación con ajuste fijo de emisividad a un valor menor que uno.

La emisividad es una propiedad de las superficies que nos indica que tan eficientes son para emitir radiación electromagnética en función del valor de temperatura a la que se encuentran.

La superficie más eficiente se denomina cuerpo negro y su valor de emisividad es igual a uno. Esto significa que un cuerpo negro es 100 % eficiente para emitir radiación electromagnética en función del valor de su temperatura. Por otra parte, la superficie menos eficiente para emitir radiación electromagnética es un espejo perfecto y su valor de emisividad es igual a cero. Así, el espejo perfecto es 0 % eficiente para emitir, lo que significa que es 100 % eficiente para reflejar.

La gran mayoría de los termómetros de radiación que están en el mercado tienen un ajuste fijo de emisividad a un valor menor que uno (típicamente a un valor de emisividad fijo igual a 0.95). En estos termómetros de radiación no podemos seleccionar un valor diferente que el que fijado por los fabricantes. Originalmente, el valor de emisividad igual a 0.95 fue seleccionado por los fabricantes para que la medición de temperatura fuera “más fácil” para el usuario. Esto bajo la suposición de que la mayoría de los usuarios miden superficies pintadas o recubiertas con polímeros, cuya emisividad es cercana a 0.95. Con esto los fabricantes se aseguraron que las lecturas de medición se “parecerían” a los valores de temperatura de las superficies. Sin embargo, esto no resulta de utilidad si se busca obtener resultados de medición trazables tales como los piden las normas de calidad (como la norma ISO 9001).

El que tengan ajuste de emisividad fijo menor que uno hace que estos instrumentos sean de uso muy restringido porque el resultado de la medición sólo puede ser confiable si únicamente se miden superficies que tienen una emisividad igual a 0.95. Como en la realidad las superficies que se miden no tienen dicho valor de emisividad, los valores de temperatura que obtienen los usuarios son incorrectos y esto ha llevado a los usuarios a considerar que los termómetros de radiación son instrumentos poco confiables y de muy baja exactitud.

Otro punto que agrava el problema es que la mayoría de estos instrumentos no están calibrados, o lo que resulta peor, están calibrados en fábrica de manera incorrecta, por lo que no es posible obtener resultados de medición trazables.

Finalmente, aún en el caso de los instrumentos que sí están calibrados correctamente, el personal que los utiliza debe tener la competencia en termometría de radiación para lograr que los resultados de medición no pierdan la trazabilidad.

En breve, aunque son los más abundantes y de menor precio, no es una buena idea adquirir termómetros de radiación con ajuste fijo de emisividad a un valor menor que uno.

Nota. Los termómetros de radiación que tienen un valor fijo de emisividad a otros valores (por ejemplo, emisividad fija igual a 0.97, que se comercializan para medir alimentos) tienen los mismos defectos que hace que sus mediciones no sean confiables a menos que quien los maneja tenga la competencia en termometría de radiación.

Concepto equivocado 7. El termómetro de radiación mide la superficie del objeto independientemente del tamaño de ésta.

En la mayoría de las ocasiones, el área de la que recibe radiación el termómetro de radiación es mucho mayor que el tamaño de la superficie que se desea medir. Esto significa que la radiación que recibe el termómetro de radiación proviene de objetos que no son los que se desea medir. Esto es análogo a que fotografiar un objeto de la manera incorrecta de tal forma que en la fotografía resultante aparecieran otros objetos que no nos interesan.

También es importante señalar que la calidad de los componentes ópticos es muy importante para obtener mediciones confiables. Los termómetros de menor precio tienen componentes ópticos que dificultan, e incluso impiden, obtener mediciones confiables (si hacemos una analogía con la fotografía, es como utilizar cámaras que sólo permitieran obtener imágenes borrosas o distorsionadas).

Concepto equivocado 8. El mensurando no cambia desde la realización de la unidad de temperatura hasta la medición que realiza el usuario final.

Este concepto equivocado no se limita a la termometría de radiación; puede aparecer en todas las mediciones.

En la práctica es imposible que el usuario final tenga que medir el mismo mensurando que el metrologo que mide en el Instituto Nacional de Metrología de su país. El usuario final generalmente está interesado en medir la superficie correspondiente a un material (el valor de temperatura del material con la que se fabricará una pieza) o a una zona de un sistema de producción (por ejemplo, el valor de temperatura de una región de una caldera) o la de un proceso de transformación de energía (el valor de temperatura de combustión de un gas), todo esto bajo condiciones muy diferentes de las que se tienen en una calibración.

En la cadena de mediciones, desde el mensurando inicial que se obtiene con el Patrón Nacional de Temperatura hasta la aplicación práctica, aparecen nuevas magnitudes de entrada en la ecuación de medición y nuevas magnitudes de influencia que ocasionan que (1) cambie el mensurando (por lo que debe redefinirse) y (2) se tenga que evaluar la contribución de las nuevas magnitudes a la incertidumbre de medición.

Para ver la importancia de esto, veamos este ejemplo. Un laboratorio secundario solicita al Instituto Nacional de Metrología de su país que le calibre radiométricamente un calibrador plano. El laboratorio solicita la calibración “radiométrica” a un valor de emisividad de 0.95, en el intervalo de longitudes de onda de 8 a 14 micrómetros, debido a que supone que los termómetros de radiación a los que les dará servicios utilizan dichos valores de emisividad y del intervalo de longitudes de onda de trabajo.



El Instituto Nacional de Metrología realiza el servicio, sin cuestionarse sobre el uso que le dará el cliente al instrumento, e informa los resultados de la medición en tres puntos, las condiciones de medición (por ejemplo, la distancia entre termómetro de radiación patrón y superficie del calibrador) y las condiciones ambientales relevantes durante la realización del servicio.

Como resultado de la calibración, el laboratorio secundario cuenta con un calibrador plano de uso muy restringido: los resultados de medición serán trazables si, y sólo si, es capaz de reproducir todas las condiciones de la calibración en el Instituto Nacional de Metrología. Esto es, si la distancia a la que se colocó el termómetro de radiación patrón es la misma a la que se colocarán los termómetros de radiación a los que se dé servicio, si el diámetro del campo de visión del termómetro de radiación patrón es igual a los diámetros de los campos de visión de los termómetros de radiación que se calibrarán, si las condiciones ambientales del laboratorio secundario son idénticas a las del Instituto, etc.

Aún si se cumple todo lo anterior, el usuario final contará con un instrumento que sólo dará resultados de medición trazables si todas las condiciones de la calibración se mantienen, y todos los objetos que mide tienen superficies con la misma emisividad efectiva igual a 0.95. En la realidad esto nunca sucede y desafortunadamente, la mayoría de los usuarios, y algunos laboratorios secundarios, carecen de los conocimientos metroológicos para mantener la cadena de trazabilidad de las mediciones.