

L a temperatura en nuestro entorno: ¿cómo medirla de una forma adecuada?

“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”. Peter F. Drucker.

Óscar Andrey Herrera Sancho*
Rafael Alberto Torres Navarro**

Imagínese que está haciendo deporte, por ejemplo corriendo, y que desea saber acerca de la temperatura del ambiente, su rapidez, la cadencia de sus pasos, el tiempo efectivo de recorrido, la distancia que ha recorrido, la energía consumida, la pendiente de la carretera, su frecuencia cardíaca, la humedad, etc. ¡Todas las anteriores, y muchas otras que está pensando en este momento, son mediciones! Necesitamos de mediciones en nuestra vida para realizar comparaciones y así darnos una idea de lo que sucede en nuestro contorno. Por ejemplo, cuando nos dicen que en Alaska la temperatura promedio es de alrededor de 2° C nos imaginamos un lugar muy frío. La metrología es la ciencia de las mediciones y, para seguir con nuestro ejemplo inicial, es la que se encarga de que el récord mundial de los cien metros planos sea medido correctamente en todas las pistas ovales alrededor del mundo. En el Laboratorio de Metrología del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), nos encontramos realizando un proyecto de investigación de desarrollo tecnológico en el área de la ciencia de las mediciones. La magnitud física que escogimos para desarrollar es la temperatura. ¿Alguna vez se ha preguntado qué es, físicamente, la temperatura o cómo se mide la temperatura con mucha precisión? La temperatura nos acompaña de muchas maneras: temperatura corporal, temperatura del ambiente, temperatura del microprocesador de la computadora cuando se editan estas letras, la temperatura más baja alcanzada en un sistema físico, etc.

Para realizar mediciones de temperatura es necesario tener una referencia, un patrón, un estándar. Es decir, algo que mantenga un valor constante de temperatura tanto en Alaska



como en Costa Rica, con lo cual se pueda hacer una medición por medio de una comparación. Internacionalmente se han escogido las transiciones de fase entre los estados de la materia, por ejemplo el galio cuando sufre la transformación del estado sólido al estado líquido (punto de fusión), que ocurre únicamente a una temperatura particular, definida como 29,7646°C.

Es relevante mencionar el galio (número atómico 31, peso atómico del isótopo más común 69,723 u), no solo porque es muy utilizado en la industria de los semiconductores, sino porque es uno de los únicos elementos de la tabla periódica que tiene un punto de fusión alrededor de la temperatura ambiente. Además, la temperatura del punto de fusión del galio sucede aproximadamente a la temperatura corporal, la cual es de aproximadamente 37°C. Por lo tanto, este punto de referencia tiene una aplicación directa en la metrología de la salud humana, campo en el que existen muchos dispositivos que miden la temperatura corporal, pero cuyas mediciones no son comparadas regularmente con una referencia.

Objetivo del proyecto

Nuestro objetivo es desarrollar una referencia nacional basada en el punto fijo de temperatura del galio para realizar mediciones

con los dispositivos utilizados ampliamente cuando asistimos a consultorios médicos, hospitales, etc. Para nosotros es de suma importancia que se genere una cultura metrología en la utilización de instrumentos de medición, especialmente en el ámbito de la salud. Es decir, que cuando el médico nos dice: “la temperatura corporal suya es de 40 °C, por lo tanto tengo que recetarle estos medicamentos”, él esté efectuando mediciones con un instrumento de medición confiable. Es importante señalar que durante el planteamiento del proyecto realizamos una exploración inicial entre empresas del sector productivo nacional e instituciones del sector biomédico, para determinar la pertinencia de escoger el punto fijo de galio como referencia metrología. Al analizar la información de un total de 25 respuestas, se determinó que el 45 % de estas empresas u organizaciones desarrolla procesos en los que se requiere controlar la magnitud física temperatura. Además, de estas un 80 % utiliza el ámbito de 0 °C a 50 °C como ámbito de trabajo. Adicionalmente, se determinó que el 60 % de esas empresas u organizaciones realiza algún control de aseguramiento metrología; sin embargo, solo el 10 % de estas cuentan con un punto fijo de temperatura apropiado para realizar procesos de verificación o calibración en ese ámbito.

Actualmente estamos diseñando la celda de punto fijo de galio y además nos encontramos realizando simulaciones para anticipar la mejor selección de materiales para la construcción de la celda, en términos de los efectos térmicos y mecánicos sobre esta. La Figura 1 muestra el estado actual del diseño que está pronto a ser maquinado en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Electromecánica del TEC.

Por otra parte, nos encontramos haciendo un inventario metrológico de la instrumentación utilizada para hacer mediciones de temperatura en el área de la salud. Para ello estamos recopilando información de interés metrológico en las instituciones y empresas que se encuentran colaborando fuertemente en el proyecto, como el Banco Nacional de Sangre, INCIENSA (Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud), Baxter Productos Médicos Ltda. y Laboratorios Stein S.A.

Mejorando la calidad de vida a través de la metrología

La mayoría de las organizaciones públicas y privadas cuentan con dispositivos de medición de una gama muy variada en las aplicaciones de control de calidad de bienes y servicios. Es prioritario contar con los me-

canismos de monitoreo y control metrológico que garanticen la aptitud del equipo bajo buenas prácticas de confirmación metrológica relacionadas con los procesos de ensayo y fabricación.

Por lo anteriormente comentado, la celda del punto fijo de temperatura de galio proporciona a las empresas un valor agregado en sus operaciones cotidianas, al ser este dispositivo un patrón de trabajo que disemina trazabilidad en instrumentos tales como termómetro de líquido en vidrio, termómetros bimetálicos, termómetros digitales, termocuplas (conocido como termopares), y cualquier otro dispositivo de temperatura que posea un sensor de espiga que pueda introducirse al crisol interior de la celda de punto fijo de temperatura de galio y así poder realizar la calibración (comparación) entre estos dos objetos. Es fundamental, entonces, que las empresas establezcan una gestión metrológica de acuerdo con su alcance de negocios, a partir de la cual contribuyen al mejoramiento de la calidad y además propician que el interesado (cliente o usuario) tenga acceso a un producto o servicio libre de defectos y que garantice la confiabilidad en el uso.

En el caso concreto del sector salud, la gestión metrológica favorecería los diagnósticos clínicos en términos de veracidad y seguridad,

que garanticen la toma de decisiones asertivas en el adecuado procedimiento de evaluación y resultados que reflejen su validez. Lo anterior es posible si y solo si existe la evidencia de un sistema de confirmación metrológica que garantice la calidad y seguridad en el uso y manipulación de los dispositivos de medición con que se realizan las pruebas diagnósticas.

Por lo tanto, contar con una celda de punto fijo de temperatura de galio permitirá a las organizaciones participantes en el proyecto de investigación disponer de un activo que les suministrará calidad-seguridad-trazabilidad-confiabilidad, cuatro términos indispensables para las buenas prácticas en el laboratorio y la industria.

Las ventajas y beneficios tácticos y económicos de disponer de una celda de punto fijo de temperatura de galio se pueden observar en la Tabla 1.

Como se puede visualizar en la tabla, las ventajas identificadas se pueden resumir en que al tener un patrón de trabajo con trazabilidad adecuada y con personal capacitado, se pueden alcanzar los resultados deseados para la mejora de la calidad de vida. Además, permite posicionar a las organizaciones desde los puntos de vista de competitividad, sustentabilidad y legalidad como empresas exitosas

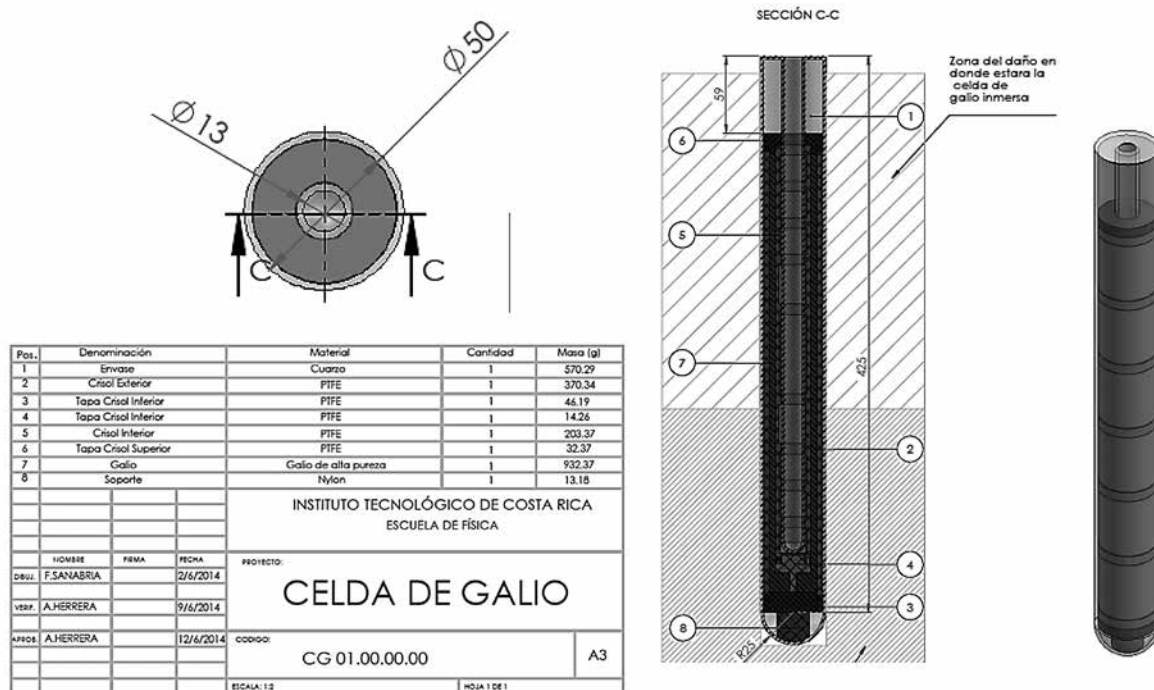


Figura 1. Diseño de la celda de punto fijo de galio, la cual indica las diferentes partes y los materiales a utilizar. Fuente: Elaboración propia del equipo de investigación para la celda de galio.

Tabla 1. Resumen de ventajas y beneficios de la celda de punto fijo de temperatura de galio como patrón de trabajo.

Ventajas	Factor	Beneficios
Patrón de trabajo: la celda de punto fijo de temperatura de galio es categorizada como un patrón de trabajo.	Táctico	Aumenta el control y confiabilidad interna del sistema de confirmación metrológica para la calidad.
		Asegura la confianza de los clientes internos y externos.
		Ayuda al desarrollo tecnológico y permite la automatización y estandarización de la industria.
	Económico	Aumenta la competitividad y sustentabilidad del negocio haciéndolo más estable.
		Disminuye los costos de operación en calibraciones externas; por lo tanto, las hace más rentables.
	Táctico+económico	Disminuye el tiempo de ciclo de calibración al realizarse de manera “inhouse”. Esto también hace más rentables los procesos de confirmación metrológica.
Aumenta la eficiencia y eficacia.		
Trazabilidad	Táctico+económico	La comparación jerárquica se establecerá de acuerdo con el diseño y capacidad de medición de la celda de punto fijo de temperatura de galio a través del Laboratorio de Metrología del TEC como laboratorio secundario reconocido por el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET).
		Normalización de Sistemas: asegura la calidad, protege la salud y seguridad.
Mejora en la competencia técnica de la organización a través de sus metrólogos.	Talento humano	Al contar con un patrón de trabajo de esta naturaleza, la competencia técnica de la empresa aumenta al tener personal con mayor conocimiento y habilidades aplicadas.

Fuente: Documentación de formulación del proyecto de investigación.

que incluyen los factores operatividad, economía, talento humano y cumplimiento de la normativa nacional aplicable.

Otros aspectos importantes a considerar se refieren a que hoy día las organizaciones son más determinantes en la variedad, distinción, innovación y garantía con que ofrecen un producto y servicio en un mercado cada vez más exigente. El factor diferencial está en demostrar la aptitud para hacer las cosas bien desde la primera vez, con estrictos estándares que cumplan con el aseguramiento de la calidad en términos de sistemas de gestión, el control estadístico de procesos y la validación de procesos; es indispensable garantizar estos tres fundamentos para hablar de la confiabilidad en todas las actividades de generación de valor.

En conclusión, una organización consciente y con una visión clara del papel de la metrología en la empresa hace posible alcanzar la satisfacción de los clientes, generar ganancias,

incrementar la motivación, desarrollo del personal y mejorar continuamente.

Bibliografía consultada

Aranda, V. (2005). Confirmación metrológica. El proceso de confirmación metrológica de instrumentos de medición en laboratorios e industria, Boletín #3. MetAs & Metrólogos Asociados. México.

BIPM et al. (2008). Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). JCGM 200:2008. México.

Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica. (2006). Reglamento Técnico 398:2006 “Instrumentos para la medición de temperatura del cuerpo humano”. San José, Costa Rica.

La Guía MetAs (2006). ¿Metrólogo?, Boletín #6. Metas & Metrólogos Asociados. México.

Ríos, J. (2012). El papel de la metrología en el mundo industrial y comercial, Tecnológico de Monterrey, Nuevo León-México.

Torres, R. (2010). “Material de curso Metrología y Normalización”, Escuela de Ingeniería en Producción Industrial. Tecnológico de Costa Rica.

Torres, R. (2014). ¿Para qué sirve la metrología? Sistema de Confirmación Metrológica. Boletín #1. Proyecto de Investigación. Tecnológico de Costa Rica.

*Doctor en Ciencias Naturales. Escuela de Física, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: oaherrera@itcr.ac.cr.

**Licenciado en Ingeniería en Producción Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: rtorres@itcr.ac.cr.