

TEMPERATURA CORPORAL, TERMÓMETROS Y SALUD

Body temperature, thermometers and health

EPISTEMUS

ISSN: 2007-8196 (electrónico)

Beatriz Castañeda¹

Diego Soto-Puebla²

Diana Meza-Figueroa³

Sofía Navarro-Espinoza⁴

Martín Pedroza-Montero⁵

Recibido: 16 / 06 / 2021

Aceptado: 22 / 10 / 2021

Publicado: 09 / 11 / 2021

DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v15i30.164>

Autor de Correspondencia:

Dr. Martín Pedroza-Montero

Correo: martin.pedroza@unison.mx

Resumen

La medición de la temperatura ha sido desde siempre uno de los retos de la medicina, puesto que muchas enfermedades tienen como signo inicial el aumento o la disminución de la temperatura, ya sea a cuerpo completo o en regiones muy bien localizadas. Tales afecciones comprenden infecciones, desórdenes metabólicos, cardiovasculares, inflamaciones y cáncer, por lo que la facilidad de uso y precisión de los termómetros para medir rápidamente la temperatura es crucial. Desafortunadamente su desarrollo tecnológico ha sido muy lento, pero en las últimas tres décadas se han incorporado tecnologías que permiten obtener lecturas sin contacto con una gran exactitud, aunque aún resta el desarrollo de herramientas computacionales para entender la expresión térmica de procesos patológicos.

Palabras clave: Temperatura, termómetro, Infrarrojo, cáncer.

Abstract

Temperature measurement has always been one of the challenges of medicine since many diseases have as their initial sign an increase or decrease in temperature, either in the whole body or in very localized regions. Such conditions include infections, metabolic disorders, cardiovascular disorders, inflammation, and cancer. Thus, the ease of use and accuracy of thermometers for rapid temperature measurement is crucial. Unfortunately, their technological development has been slow. However, in the last three decades, they have incorporated technologies that allow obtaining non-contact readings with high accuracy, although the development of computational tools to understand the thermal expression of pathological processes is still pending.

Keywords: Temperature, thermometer, infrared, cancer.

¹ Dra. Beatriz Castañeda¹ Departamento de Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, México, beatriz.castaneda@unison.mx.

² Dr. Diego Soto-Puebla², Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, México, diego.soto@unison.mx.

³ Dra. Diana Meza-Figueroa³, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, México, diana.meza@unison.mx.

⁴ M.C. Sofía Navarro-Espinoza¹, Departamento de Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, México, sofia.navarro@unison.mx.

⁵ Dr. Martín Pedroza-Montero², Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, México, martin.pedroza@unison.mx.



INTRODUCCIÓN

La temperatura corporal se relaciona directamente con el funcionamiento de un individuo, y nos proporciona información de todos los procesos fisiológicos que ocurren en un organismo durante su vida. En el caso particular de las personas, la temperatura puede variar por su actividad física, género, edad, raza y el entorno donde habita, principalmente. En su Enciclopedia de Medicina, la Asociación Médica Americana indica que para los seres humanos el rango térmico "normal", definido para un estado de salud sano, va de los 36.5 hasta los 37.2 °C [1]. La estabilidad de la temperatura alrededor de estos valores es el resultado de transformaciones bioquímicas y biofísicas que al desarrollarse en el cuerpo consumen o liberan energía. Para mantener la temperatura corporal se utiliza hasta el 60% del calor generado durante los procesos metabólicos [2]. Aquí los procesos catabólicos exotérmicos como la glucólisis, la oxidación-reducción y las fosforilación-defosforilación son los más influyentes para la transferencia de energía. Estos procesos son regulados por el hipotálamo, manteniendo constante la temperatura del cerebro, los grandes vasos, los músculos profundos y las vísceras. Esta es la temperatura central y, en contraste con la temperatura periférica de la piel y las extremidades, no presenta cambios importantes.

La termorregulación corporal utiliza una serie de sensores de calor o frío ubicados por todo el cuerpo. Los sensores de calor se concentran en las vísceras abdominales y la médula espinal, se activan con la sangre y están en contacto con las partes internas y profundas del organismo. Estos sensores se comunican directamente con el sistema nervioso central (SNC) por medio de las fibras C, un tipo de fibras nerviosas que también transportan información como presión mecánica y dolor químico en un rango desde los 32 °C a los 40 °C. Los sensores de frío se encuentran en la piel y tienen un rango invertido de acción que va desde los 40 °C hasta los 27 °C. En este caso, las fibras nerviosas A-delta son las que llevan la información al SNC [3]. Cualquier interrupción o alteración de



estas vías sensoriales provocará un aumento o una disminución de la temperatura corporal, indicando la presencia o desarrollo de una patología en curso. En general, una elevación de la temperatura corporal se relaciona con la respuesta biológica a un virus, a una infección bacteriana, a algunas enfermedades inflamatorias, a un tumor maligno, al consumo de antibióticos o a la aplicación de vacunas [4]. El objetivo de este artículo es resaltar la importancia de los instrumentos utilizados para medir la temperatura corporal como primera herramienta para el diagnóstico de alguna patología.

Cómo medir la temperatura corporal. Breve historia.

La determinación de la temperatura corporal se vale de dispositivos denominados termómetros, cuyo diseño y sensibilidad varía enormemente. Los primeros termómetros clínicos se desarrollaron a comienzos del siglo XVII, basándose en el termoscopio de Galileo Galilei. Éste consistía en un tubo de cristal lleno de una mezcla de alcohol y agua, sin escalas y sólo para exteriores [5]. El uso de mercurio, introducido por Fahrenheit a principios del siglo XVIII, hizo a estos dispositivos más precisos y los dotó de una escala termométrica bien definida (Figura 1). Estos termómetros fueron ampliamente utilizados hasta



inicios del siglo XXI, pero se disminuyó sensiblemente su producción debido al peligro de contaminación a la atmósfera, geósfera, hidrósfera y biósfera [6].



Figura 1. El termómetro de mercurio apenas experimentó cambios en 300 años. Izquierda: Termómetro original de Fahrenheit; derecha: Termómetro clínico moderno. Imagen obtenida de The Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology. <https://www.lindahall.org/daniel-fahrenheit/> [7].



Un avance notable en la medición de temperatura se registró cuando Theodore Benzinger inventó el termómetro de oído en 1964, para conocer más precisamente la temperatura interna del cuerpo; una manera de realizar este tipo de medidas era insertando los electrodos de un termopar directamente al hipotálamo, que es un área del cerebro encargada del control de la temperatura corporal. Aprovechando que el hipotálamo y el tímpano comparten vasos sanguíneos se diseñó un termómetro para introducirse en el canal auditivo; esto abrió un nuevo campo de la ciencia denominado biotermodinámica que facilitó el estudio de diversas complicaciones respiratorias, las contracciones musculares, la secreción de hormonas y alteraciones en la transmisión nerviosa. En 1984 David Phillips inventó el termómetro de oído infrarrojo, similar al mostrado en la Figura 2, el cual consta de un pequeño tubo que al colocarse en el oído irradia la membrana del tímpano con luz infrarroja (IR); la luz reflejada se detecta, y la temperatura se calcula comparando con señales registradas a temperaturas conocidas [8, 9].



Figura 2. Termómetro de oído infrarrojo desarrollado por David Phillips para el registro de la temperatura central de un cuerpo. Imagen obtenida de <https://www.ncpedia.org/media/thermometer> [10].



En 1990 se presentó, en dos versiones, un termómetro diseñado para colocarse directamente en la frente. La primera versión consistió en una tira plástica con cristales líquidos sensibles a la temperatura que cambian de color después de presionarse contra el paciente (Figura 3). La segunda versión era muy similar al termómetro IR timpánico, pero en lugar de colocarse en el oído sólo recoge la emisión de calor de la frente para calcular la temperatura [11].

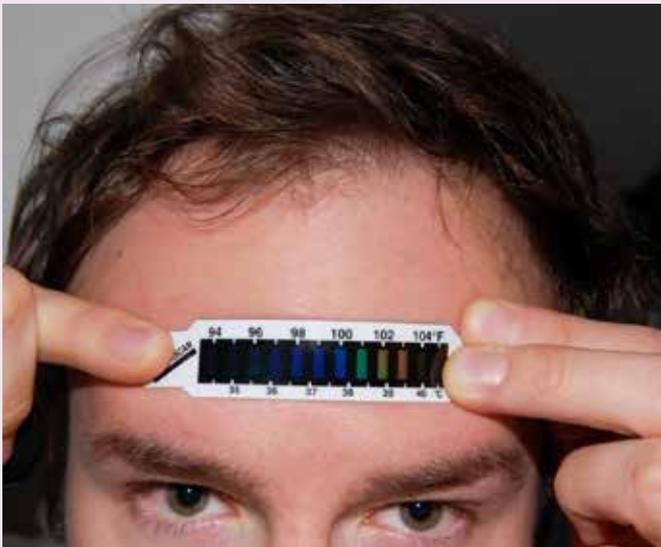


Figura 3. Termómetro frontal de plástico. Contiene cristal líquido que cambia de color con la temperatura. Imagen obtenida de Eric Allix Rogers, en Flickr bajo licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>)

Recientemente, la evolución de los termómetros se ha visto favorecida por los avances en la electrónica (más rápidos), el desarrollo de materiales (más sensibles) y las necesidades para un control de la temperatura sin contacto. En este sentido, los termómetros IR se han especializado para tomar la temperatura de diferentes partes del cuerpo, principalmente en la frente, aunque últimamente la medición de la temperatura en la arteria femoral y la de cuerpo completo han ganado bastante terreno [12]; si la medición se realiza en la arteria temporal de la frente, ésta debe estar limpia, libre de cosméticos evitando la limpieza con toallas húmedas o la portación de cualquier objeto que cubra la cabeza [13]. Sin embargo, esta clase de termómetros presentan fluctuaciones que pudieran reducir su confiabilidad. Los principales factores que influyen en la variación de las medidas se relacionan estrechamente con el lugar dónde se toma la temperatura, cómo se realiza y la posición del cuerpo. Así pues, siempre es recomendable controlar el espacio donde se realice la medición manteniéndolo fuera de la radiación solar directa, a una humedad menor al 85 % y esperando un tiempo razonable para que se alcance el equilibrio térmico con el medio ambiente alrededor de la persona.

COMENTARIOS FINALES

En la actualidad el uso de los termómetros es una herramienta médica imprescindible que permite conocer el surgimiento y la evolución de una enfermedad. Aunque los termómetros de contacto están cediendo el lugar a los dispositivos IR, éstos mantienen su presencia en muchos hogares y hospitales [14]. Incluso los termómetros que contienen mercurio aún se utilizan. Un camino prometedor para la nueva generación de termómetros



sin contacto es la obtención de una imagen completa del cuerpo para descubrir enfermedades incipientes detectando asimetrías térmicas. Esta rama de la biotermodinámica que comprende la termografía clínica ha iniciado con el diagnóstico de problemas circulatorios, inflamatorios y de cáncer de mama [15, 16]. Sin embargo, aún no ha sido validada por la comunidad médica, que sólo le ha conferido valor como técnica coadyuvante. Aún es necesario el desarrollo de programas computacionales que permitan la asociación inequívoca de patrones biotérmicos con alguna fuente interna de calor, por ejemplo, la producida por los procesos de angiogénesis alrededor de tumor canceroso.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. B. Clayman. The American Medical Association Encyclopedia of Medicine. 1989
- [2] M. S. Popson, M. Dimri, J. Borger. Biochemistry, Heat and Calories. StatPearls Publishing. 2019.
- [3] S. Brain. (2019, abril 5) How do A delta and C fibers differ in sending pain information to the brain? (Consultado 29 mayo 2021). [Online]. Available: <https://brainstuff.org/blog/adelta-c-fibers-difference-pain-information/>
- [4] E. Eliav, R. H. Gracely. Orofacial Pain and Headache: Chapter 3 Measuring and assessing pain. Mosby Elsevier. 2008. pp. 45 - 56.
- [5] W. F. Wright. "Early evolution of the thermometer and application to clinical medicine". J. Therm. Biol. Vol. 56, pp. 18-30. Febrero del 2016.
- [6] J. Hernández. (2018, junio 6). 1611, Santorio inventa el termómetro clínico. (actualizado 12 de febrero de 2020). [Online]. Available: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/1611-santorio-inventa-termometro-clinico_12257/
- [7] W. B. Ashworth. (2016, mayo 24). Scientist of the Day - Daniel Fahrenheit. [Online] Available: <https://www.lindahall.org/daniel-fahrenheit/>
- [8] G. J. O'hara, and D. B. Phillips. "Method and apparatus for measuring internal body temperature utilizing infrared emissions"; U.S. Patent No. 4,602,642, July 29, 1986.
- [9] T. H. Benzinger, T. H. "Clinical ear thermometer"; U.S. Patent No. 3,156,117, November 10, 1964.
- [10] Thermometer. Disponible en: <https://www.ncpedia.org/media/thermometer/> bajo licencia Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode/>.
- [11] C. R. Nave. Termómetro de oído por Infrarrojos (traducido por M. Olmo). [Online]. (Consultado 30 mayo 2021). Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/eartherm.html/>
- [12] C. G., Teran. J., Torrez-Llanos. T. E., Teran-Miranda. C., Balderama. N. S., Shah., P. Villarreal. "Clinical accuracy of a non-contact infrared skin thermometer in paediatric practice". Child: care, health dev. Vol. 38, pp. 471-476. Julio del 2012
- [13] A. Driscoll. (2016, octubre 18). The History of the Medical Thermometer. [Online] (Consultado 30 mayo 2021). Available: <https://blog.withings.com/2016/10/18/history-medical-thermometer/>
- [14] U.S. Food & Drug Administration. (Consultado 30 mayo 2021). Non-contact Infrared Thermometers. [Online]. Available: <https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/non-contact-infrared-thermometers/>
- [15] U.S. Food & Drug Administration. (Consultado 30 mayo 2021). Detección de cáncer de mama: el termograma no sustituye a la mamografía. [Online]. Available: <https://www.fda.gov/consumers/articulos-en-espanol/deteccion-de-cancer-de-mama-el-termograma-no-sustituye-la-mamografia/>
- [16] C. I. Guerrero-Robles, L. M. Lozano-Trenado, M. C. Usanga-Carmona, A. N. Ramírez-Vilchis, J. G. Silva-Escobedo, V. Sánchez-Monroy, and C. A. Gonzalez-Diaz, C. A., "Evaluación de termografía tisular diferenciada en mama como potencial técnico para asistir la detección de cáncer," RMIB. Vol. 36, pp. 65-75. 2015, Ene-Abr 2015.

Cómo citar este artículo:

Castañeda, B., Soto Puebla, D., Meza Figueroa, D., Navarro Espinoza, S., & Pedroza-Montero, M. *Temperatura, termómetros y salud. EPISTEMUS*, 15(30). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v15i30.164>

