

Recibido: 21.08.2020 | Aceptado: 31.08.2020

Palabras clave: COVID-19, fiebre, infrarrojo, tamizaje, termografía.

Medición de temperatura corporal por termografía infrarroja en la UASLP

FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ CONTRERAS

javier.gonzalez@uaslp.mx

ALEJANDRA LOYOLA LEYVA

LUIS ISAAC LUGO PÉREZ

COORDINACIÓN PARA LA INNOVACIÓN Y APLICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA, UASLP

Todos los cuerpos con una temperatura mayor al cero absoluto emiten radiación electromagnética en un espectro amplio de longitudes de onda. La longitud de onda es una propiedad que define su energía y, en el caso de la luz visible, su color.



La longitud de onda donde se encuentra el máximo de emisión electromagnética depende de la temperatura del objeto; en los que están a temperatura ambiente, estas longitudes se encuentran en los rangos del infrarrojo lejano, por lo que medir la radiación que emiten permite inferir su temperatura. Esta técnica se utiliza para generar patrones de temperatura en superficies de objetos que pueden ser utilizados en aplicaciones médicas, industriales y mantenimiento preventivo (González, 2016), como la utilizó la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) en la aplicación del Examen de Admisión a los aspirantes de nuevo ingreso, para detectar uno de los síntomas de COVID-19: fiebre.

La fiebre es el aumento de la temperatura del cuerpo como respuesta a alguna enfermedad, en el caso de COVID-19 este incremento de temperatura es mayor o igual a 38 °C (World Health Organization, 2020).

Termografía infrarroja en medicina

Desde los tiempos de Hipócrates (460 a. C.-360 a. C.) se conoce que la temperatura corporal tiene relación con la enfermedad. La leyenda dice que para identificar afecciones colocaban lodo en diferentes partes del cuerpo de sus pacientes y observaba en dónde se secaba más rápido. La temperatura corporal también puede reflejar la presencia de inflamación en tejidos o cuando el flujo sanguíneo aumenta o disminuye debido a una anomalía clínica (Ring y Ammer, 2012). Por esto, la termografía infrarroja ha generado interés para aplicaciones médicas desde la década de 1950, cuando fue tomada la primera

termografía médica (González, 2016), hasta la actualidad, como herramienta auxiliar en el estudio de cáncer, enfermedades cardiovasculares, diagnóstico de enfermedades reumáticas y tamizaje de fiebre (Ghassemi, Joshua Pfefer, Casamento, Simpson y Wang, 2018).

Determinación de temperatura corporal a partir de termografía

En enfermedades infecciosas pandémicas, la fiebre es un síntoma que sirve como tamizaje para identificar a individuos con sospecha de la enfermedad. No se utiliza como prueba diagnóstica, pero personas con resultados positivos o sospechosos deben ser referidas con un médico para su diagnóstico y el tratamiento necesario (Wilson y Jungner, 1968). La termografía infrarroja ha sido utilizada en enfermedades infecciosas pandémicas como el ébola, SARS, influenza AH1N1 y ahora en COVID-19, como método de tamizaje en personas que presentan fiebre.

El canto interno del ojo (lagrimal) se ha propuesto como una zona para medir la temperatura corporal, gracias a que tiene un suministro abundante de sangre que viene de la rama lagrimal de la arteria oftálmica, y algunos estudios han demostrado que puede ser un sitio confiable para medir la temperatura en casos de fiebre. La temperatura del lacrimal considerada como fiebre es de 37.5 °C para tomar en cuenta la variabilidad de ± 0.5 °C, asociado con los sistemas de medición de temperatura y para mantener la sensibilidad del tamizaje necesario para identificar a aquellos con temperaturas elevadas (Pascoe, Ring, Mercer, Snell, Osborn y Hedley-Whyte, 2010).

El estándar ISO/TR 13154:2009 Medical Electrical Equipment-Deployment, Implementation and Operational Guidelines for Identifying Febrile Humans Using a Screening Thermograph indica el método y el equipo necesario para identificar humanos con fiebre. Un equipo del Laboratorio Nacional de Ciencia y Tecnología de Terahertz (Lancytt) de la Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología (CIACYT) de la UASLP, lo utilizó para evaluar la temperatura del canto del ojo con una cámara termográfica FLIR T600, que cuenta con 640480 píxeles infrarrojos y una sensibilidad térmica menor a 50 milésimas de grado centígrado.

La temperatura corporal se midió en 54 aspirantes (hombres y mujeres) con un promedio de edad de 20 años que realizaron el Examen de Ingreso a la UASLP en la Facultad de Ciencias, el 30 de julio de 2020. Esto con la finalidad de comparar los datos de temperatura obtenidos en tres diferentes termómetros infrarrojos, como los que actualmente



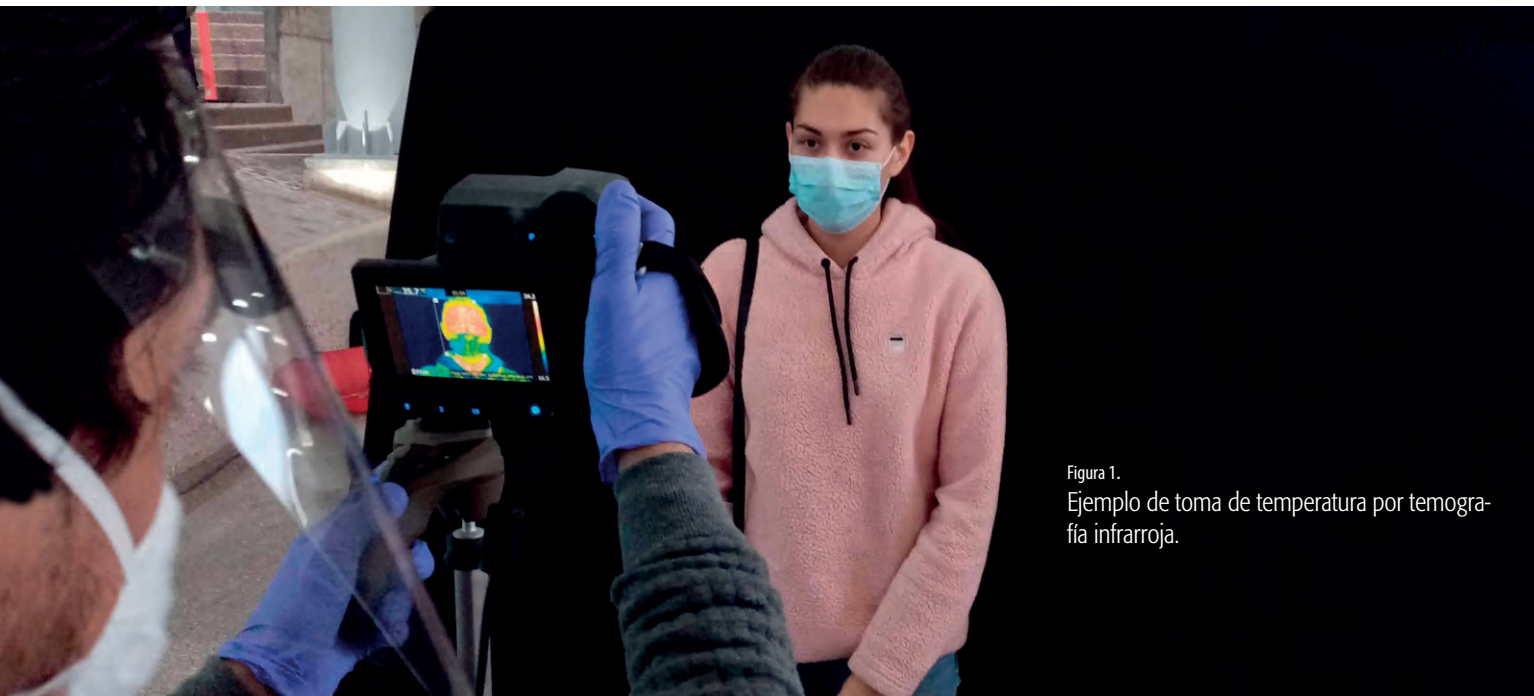


Figura 1.
Ejemplo de toma de temperatura por termografía infrarroja.

se utilizan al entrar a supermercados, plazas, comercios, hospitales, entre otros (figura 1).

Para obtener la temperatura con la cámara infrarroja se siguieron estos pasos: 1) se instaló la cámara y se calibró con la temperatura ambiental, 2) se colocó a la persona a un metro de la cámara, de acuerdo con el estándar de medición de fiebre por termografía (ISO 13154), 3) la persona debía quitarse los lentes, cabello o careta que pudiera tapar partes del rostro (ya que interfieren con la medición), 4) la cámara ubicaba la zona más caliente del rostro de la persona (generalmente el canto del ojo). Con el termómetro infrarrojo tomamos la temperatura en la frente de la persona.

Los resultados arrojaron que no existían diferencias entre las temperaturas promedio de hombres y mujeres, por lo que no era necesario hacer algún ajuste o tener un rango especial de fiebre por sexo.

En cuanto a los termómetros infrarrojos, uno de ellos reportó temperaturas muy por debajo de lo considerado como normal, ya que en promedio fue de 27.8°C con una diferencia de $\pm 0.96^{\circ}\text{C}$, mientras que la cámara infrarroja nos dio en esos mismos aspirantes un promedio de $35.3 \pm 0.67^{\circ}\text{C}$. Con el segundo termómetro también se observó una

diferencia de 0.85°C al comparar las temperaturas de los aspirantes tomadas con el segundo termómetro ($36.15 \pm 0.22^{\circ}\text{C}$) y la obtenida con la cámara infrarroja ($35.3 \pm 0.45^{\circ}\text{C}$). Finalmente, con el tercer termómetro ($36.4 \pm 1.06^{\circ}\text{C}$) utilizado por el personal de la UASLP para medir la temperatura de los aspirantes en la medición de las 11:20 horas, no encontramos diferencia comparándolo con las temperaturas obtenidas con la cámara infrarroja ($36.5 \pm 0.32^{\circ}\text{C}$).

De hecho, en la medición de temperatura del examen de las 11:00 horas, los aspirantes estuvieron formados por aproximadamente 30 minutos. Con los termómetros infrarrojos se detectaron algunos aspirantes con temperaturas arriba de 37.5°C , pero después de dejarlos unos minutos sentados bajo la sombra, se les tomó nuevamente la temperatura con el termómetro infrarrojo y fueron normales. Mientras que los siete aspirantes que pudimos medir con la cámara no presentaron temperaturas elevadas.

En conclusión, las temperaturas tomadas de las personas pueden variar dependiendo del lugar del cuerpo de donde se obtenga, del instrumento que se use, de las condiciones climáticas, del uso de medicamentos para la fiebre y si las personas son

asintomáticas. En el caso de la termografía infrarroja el punto ideal para tomar la temperatura es en el canto interno del ojo, que es la zona con mayor temperatura de la cara; cuando se utiliza un termómetro infrarrojo la región correcta para la toma de temperatura es en la frente, nunca en el brazo o la mano, y mucho menos sobre la ropa. **UP**

Agradecimientos

Este esfuerzo por implementar los resultados de investigación y la infraestructura del Laboratorio Nacional de Ciencia y Tecnología de Terahertz no hubiera sido posible sin el apoyo de las autoridades universitarias, en particular el director de la Facultad de Ciencias, doctor José Salomé Murguía Ibarra, y el rector de la UASLP, doctor Alejandro Javier Zermeño Guerra. Los autores agradecen a los integrantes del equipo de Lancytt por su apoyo durante las mediciones de temperatura corporal en el examen de admisión.

Referencias bibliográficas:

Ghassemi, P., Joshua Pifer, T., Casamento, J. P., Simpson, R. y Wang, Q., (2018). Best practices for standardized performance testing of infrared thermographs intended for fever screening. *PLOS ONE*, 13(9), pp. 1-24. doi:10.1371/journal.pone.0203302

González, F. J. (2006). Theoretical and clinical aspects of the use of thermography in non-invasive medical diagnosis. *Biomedical Spectroscopy and Imaging*, 5(4), pp. 347-358.

Pascoe, D. D., Ring, E. F., Mercer, J. B., Snell, J., Osborn, D. y Hedley-Whyte, J. (2010). International standards for pandemic screening using infrared thermography. *Medical Imaging 2010: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging*, 7626, pp. 76261Z-1-76261Z-8. doi:10.1117/12.843836. Recuperado de: file:///Users/revista2/Downloads/76261Z.pdf

Ring, E. F. J. y Ammer, K. (2012). Infrared thermal imaging in medicine. *Physiological Measurement*, 33(3), pp. 33-46. doi:10.1088/0967-3334/33/3/R33

Wilson, J. M. y Jungner, G. (1968). Principles and Practice of Screening for Disease. *WHO Public Health Papers 34*. Geneva: World Health Organization.



FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ CONTRERAS

Es doctor con Especialidad en Radiación Infrarroja por la Universidad de Florida Central, Estados Unidos de América. Actualmente es investigador en la Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología de la UASLP y trabaja en el proyecto "Aplicaciones médicas de la termografía infrarroja y uso de nanoantenas para la detección de radiación electromagnética".



Termómetro infrarrojo. Lo que debes saber.

¿Por qué se usa?



Para evitar el contacto directo con una posible persona enferma.



Para detectar a una persona con fiebre (37.5°C o más). Algunas personas con COVID-19 presentan fiebre.



No es invasiva y no genera radiación por lo cual no presenta riesgos a los tejidos o la salud.

Para la toma correcta se debe colocar el termómetro en la frente. Puedes cerrar los ojos al momento de la medición, si así lo deseas.



MEDICIONES INCORRECTAS:

Muñeca y cuello
Aportan datos incorrectos de la temperatura, porque varía según el índice de masa corporal.

¿Cómo funciona?



Los tejidos corporales o biológicos (tu cuerpo) emiten una radiación infrarroja que es detectada por una cámara o aparato y que se utiliza para calcular la distribución de la temperatura.



El sensor del termómetro infrarrojo convierte la radiación que produce tu cuerpo en señales eléctricas, las cuales son expresadas en término de temperatura.

Para más información

- Laboratorio Nacional en Ciencia y Tecnología en Terahertz.
- Facebook Lancytt
- Periódico *El Norte*. Daniela de la Moa. Junio. 2020



¡NO MATA NEURONAS!

Para que el láser del termómetro dañe las neuronas deberá pasar por la piel, tejido subcutáneo, músculo, y dos capas de hueso del cráneo, lo cual NO SUCEDE.

Realizado por la doctora Alejandra Noyola.