

# Disipación de calor corporal por medio de telas

J. D. Ruiz, D. A. Carmona, A. Galvis, Y. Mosquera

**Resumen—** El artículo presentado se enfoca en analizar la temperatura de un cuerpo con distintos tipos de tela de camisetas. Para esto hemos escogido 2 tipos de camisetas, las que son, Licra y 100% algodón las que fueron irradiadas con una lámpara de calor durante un tiempo determinado se midió el aumento de la temperatura en el cuerpo con cada camiseta, para poder capturar con la cámara termo gráfica el descenso de temperatura en el cuerpo. Con los datos que logramos obtener pudimos analizar cuál de los dos tipos de camisetas absorben mejor el calor incidente.

**Palabras clave—** Termografía, Termodinámica, Radiación infrarroja, Disipación, Conducción, Calor, Temperatura del cuerpo, Leyes de la termodinámica.

**Abstract—** The presented article focuses on analyzing the temperature of a body with different types of t-shirt fabric. For this we have chosen 2 types of t-shirts, which are Lycra and 100% cotton, which were irradiated with a heat lamp for a certain time. The increase in body temperature was measured with each t-shirt, in order to capture with the thermographic camera, the drop in temperature in the body. With the data we managed to obtain, we were able to analyze which of the two types of shirts absorb the incident heat better.

**Keywords —** Thermography, Thermodynamics, Infrared radiation, Dissipation, Conduction, Heat, Body temperature, Laws of thermodynamics.

## I. OBJETIVO GENERAL

Investigar cómo el tipo de material para camisetas (algodón y licra) influyen en la disipación de calor corporal durante la actividad física.

## II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Desarrollar un experimento que nos permita comprender cómo se comportan diferentes materiales en términos de su capacidad para disipar el calor.

-Utilizar una cámara termográfica (Fluke) y su software (Smartview) para facilitar el manejo de los datos

-Realizar un seguimiento periódico del calor corporal durante 5

minutos

## III. INTRODUCCIÓN

La termodinámica es la rama de la física que se encarga de estudiar las relaciones entre el calor, el trabajo y otras propiedades de los sistemas físicos, y es esencial para comprender cómo los materiales afectan la transferencia de calor en aplicaciones cotidianas como la ropa. Esta investigación tiene como objetivo identificar y analizar cómo la composición de la tela de algodón y licra influye en la capacidad de disipación de calor mediante una actividad física en el cuerpo de un humano. La licra es un material elástico, y el algodón, una fibra natural, tienen propiedades térmicas diferentes que pueden afectar la regulación de la temperatura corporal. La termodinámica proporciona las herramientas conceptuales para evaluar la conductividad térmica, la capacidad de absorción y liberación de calor, así como otros factores relacionados con la transferencia de energía en estos materiales. Con esta investigación buscamos a darle solución a la siguiente pregunta, ¿Qué material de camisa disipa más calor (algodón o licra) en el cuerpo humano? Esto es posible de afirmar mediante la toma de fotografía mediante una cámara térmica para poder capturar imágenes de forma precisa, lo cual, nos arroja unos datos y todos esto ser analizado para dar una conclusión precisa. La investigación sobre la disipación de calor en camisetas de algodón y licra desde una perspectiva termodinámica es esencial para comprender cómo los materiales textiles influyen en la regulación de la temperatura corporal y el confort de las personas en diversas situaciones.

## IV. DESARROLLO

### *Termografía.*

La termografía constituye una técnica avanzada que posibilita la medición de la temperatura de un objeto o una superficie sin requerir un contacto físico directo. Esto se logra mediante el uso de cámaras especializadas que son capaces de captar la radiación infrarroja emitida por los objetos en cuestión. La



radiación infrarroja, en esencia, consiste en una forma de energía que se propaga a través de ondas electromagnéticas en la región del espectro electromagnético que abarca desde 430 terahercios (THz) hasta 300 gigahercios (GHz). Estas ondas electromagnéticas son esencialmente perturbaciones de los campos eléctricos y magnéticos que se propagan en diversos medios, ya sea en el vacío o en materiales específicos.

La emisividad juega un papel fundamental en la termografía, ya que influye en la cantidad de radiación infrarroja que puede ser registrada por una cámara térmica. Para obtener mediciones precisas de la temperatura en una superficie, es crucial tener conocimiento de su emisividad y ajustar este parámetro en la cámara termográfica. Esta técnica es ampliamente utilizada en diversas áreas, como medicina, industria, arquitectura y seguridad, lo que permite realizar análisis detallados y no invasivos de la temperatura de objetos y estructuras.

La disipación de energía es un fenómeno fundamental para comprender muchos procesos reales y su relación con la eficiencia termodinámica la cual en ramas de ingeniería y tecnología busca minimizar la disipación de energía para mejorar la eficiencia de los sistemas ya que esta está asociada con la pérdida y desperdicio de los recursos.

Existen varios mecanismos a través de los cuales se produce la disipación de calor: Este mecanismo involucra la transferencia de calor a través de un material o sustancia debido a la vibración y colisión de sus partículas. Los materiales conductores, como metales, son buenos conductores de calor.

La convección implica la transferencia de calor a través del movimiento de un fluido (líquido o gas). El fluido caliente se eleva y es reemplazado por fluido más frío, estableciendo un ciclo de movimiento. La radiación es la transferencia de calor en forma de ondas electromagnéticas, como la luz infrarroja, y no requiere un medio material para propagarse. Los objetos emiten y absorben radiación térmica en función de su temperatura.

La radiación infrarroja es una forma de radiación electromagnética con longitudes de onda más largas que la luz visible, pero más cortas que las microondas. Fue descubierto en 1800 por el astrónomo británico William Herschel, quien experimentó con prismas para dividir la luz solar y notó un aumento de temperatura más allá del extremo rojo del espectro visible. Las longitudes de onda de la radiación infrarroja se encuentran en el rango de aproximadamente 0,7 micrómetros a 1 milímetro, abarcando las regiones cercanas, media y lejana del infrarrojo. Funciona con objetos que emiten radiación infrarroja en función de su temperatura. A temperaturas ambiente típicas, la mayoría de los objetos emiten radiación infrarroja en longitudes de onda más largas, que se corresponden con temperaturas más bajas.

## V. FORMULAS Y LEYES

### *Ley de Fourier:*

La Ley de Fourier es una fórmula fundamental que describe la conducción de calor a través de un material. Esta ley es relevante en contextos en los que deseas entender cómo se transfiere el calor a través de un objeto o material. La Ley de Fourier se expresa generalmente de la siguiente manera:

$$\vec{q} = -k\nabla T$$

Donde:

$\vec{q}$  = Vector de flujo de calor por unidad de superficie.

$k$  = Conductividad térmica (constante de proporcionalidad).

$\nabla T$  = Gradiente del campo de temperatura en el interior del material.

Se puede usar la Ley de Fourier para analizar la conducción de calor con diferentes tipos de camisetas, especialmente en cómo se transfiere el calor a través de las telas de las camisetas en contacto con la piel. La conductividad térmica ( $k$ ) variará según el tipo de tela (por ejemplo, la licra y el algodón tendrán diferentes conductividades térmicas).

### *Ley de enfriamiento de Newton:*

La Ley de Enfriamiento de Newton es una ecuación utilizada para describir cómo cambia la temperatura de un objeto con el tiempo cuando está en contacto con un entorno con una temperatura diferente. Esta ley se utiliza en situaciones en las que el intercambio de calor entre el objeto y su entorno se rige por los principios de la convección, es decir, cuando un fluido (generalmente aire o líquido) circula alrededor del objeto y provoca la pérdida o ganancia de calor.

$$T = Ta + (T0 - Ta) * e^{-kt}$$

$T$  = Temperatura

$Ta$  = Temperatura ambiente

$K$  = Constante de enfriamiento

$T0$  = Temperatura inicial

$t$  = Tiempo transcurrido

## VI. ESTADO DEL ARTE

Estado del arte de la disipación de calor

Disipación de calor por conducción: El calor corporal se transfiere directamente a los objetos más fríos con los que entra en contacto, la cantidad de calor liberado está determinada no sólo por la diferencia de temperatura entre la piel y el objeto en contacto con el medio ambiente, sino también por la conductividad térmica del objeto. El contacto produce aproximadamente 3° de disipación de calor.

El calor producido por los tejidos y órganos del cuerpo se distribuye uniformemente por todo el cuerpo a través de la circulación sanguínea. A medida que la sangre fluye a través de

los vasos sanguíneos de la piel, la piel disipa el 90% de todo el calor, lo que la convierte en la parte principal del cuerpo que disipa el calor. Los pulmones, los riñones y el tracto gastrointestinal también liberan pequeñas cantidades de calor a través de la respiración, la orina y las heces.

El rendimiento de transferencia de calor de los tejidos de la ropa se expresa en resistencia térmica  $R_{ct}$ . Se mide en  $m^2 K/W$ , en donde  $m^2$  es igual a metro al cuadrado,  $K$  es igual a kelvin y  $W$  es igual a Vatios. Cuanto menor sea el valor  $R_{ct}$ , peor será la calidez de la tela de la ropa y mejor será el rendimiento de conductividad térmica del material de la ropa.

En general, para los tejidos de ropa tradicionales, la resistencia al calor de la lana y la seda es menor que la del algodón. El nailon, el acrílico y el polipropileno tienen una alta resistencia al calor, lo que significa que son cálidos y la ventaja es que la ropa exterior es resistente a las arrugas y duradera. Además de la resistencia al calor del material los factores que afectan el rendimiento de la transferencia de calor de los tejidos de la ropa dependen principalmente del grosor del tejido y de la disposición de las fibras dentro del tejido.

Durante los últimos 20 años en América del Sur se han venido presentando desarrollos en cuanto a la fabricación, diseño y tecnología adaptable a la mejora del desempeño en campos como el deporte, trabajos de fuerza y comodidad. Este desarrollo trae consigo la realización de estudios termodinámicos y puestas a prueba en el campo de la disipación de calor. Algunos de los estudios e investigaciones realizadas por entidades, empresas y universidades de Sur América son:

Universidad central del Ecuador: Estudio sobre Materiales de cambio de fase micro encapsulado usados para modificar las propiedades térmicas en prendas de vestir. PCM micro encapsulado, ya sea de origen inorgánico, orgánico o eutéctico. Es posible cambiar activamente las propiedades térmicas de la ropa. Fundamentalmente, tiene una alta entalpía de fusión (calor latente) que lo hace posible. Absorbe grandes cantidades de energía térmica y la libera nuevamente cuando baja la temperatura. Puedes bajar la temperatura de tu cuerpo sin sufrir hipotermia o problemas de consolidación viciosa. MEPCM calienta en climas fríos y enfría en climas cálidos. En otras palabras, puedes ajustar la temperatura de tu ropa. Los PCM con posibles aplicaciones textiles incluyen: sales hidratadas, parafinas y ácidos. Ácidos grasos, ésteres y mezclas eutécticas. En el caso de los eutécticos, es posible que los componentes no se unan. Reaccionar entre sí o con estándares. Las técnicas utilizadas para fabricar PCM micro encapsulado son las siguientes: secar con spray, polimerización interfacial, polimerización en suspensión, polimerización en emulsión, Coacervación y sol-gel. En cualquier caso, la elección del método de encapsulación es importante. Depende de factores como el costo del material, la disponibilidad del equipo y la versatilidad. Control de procesos, tamaño de partículas de MEPCM y control de rendimiento térmico, o mecánicamente. Los principales métodos utilizados para determinar la eficiencia de la encapsulación son: Analizador de tamaño de partículas, SEM (microencapsulación), TEM (nano encapsulación), FTIR. Sin embargo, para las propiedades térmicas de MEPCM, se

aplican DSC y TG.

Escuela colombiana de ingeniería julio Garavito: Actualmente se están diseñando una variedad de contenedores. Finalidad del transporte de diversos líquidos y gases. por lo que se merece Consideremos la existencia de un barco Dewar. Estos vidrios están destinados a garantizar el aislamiento térmico. calor interno. La estructura del vidrio Dewar es De botellas o envases con doble capa entre ellos Se creó un vacío para evitar el flujo de calor. Conducción y convección. superficie superior y ¿La superficie más interna está cubierta de metal? Otro material reflectante para evitar la transmisión de luz. Calor debido a la radiación. Ahora bien, la transferencia de calor es un proceso físico. Propagación del calor en diferentes medios. Hay tres sistemas de transferencia de calor: conducción, convección, radiación. La conducción es un proceso de transferencia de calor. Se basa en el contacto directo entre cuerpos sin intercambio. El calor de la sustancia se libera a medida que el calor sale del cuerpo más grande. Reduzca la temperatura de los dispositivos con los que está en contacto a una temperatura más baja. Junto con el primer cuerpo. Estudio (journal of engineered fibers and fabrics). Debido al mecanismo unidimensional de transferencia de calor entre los tejidos y el cuerpo humano, se descubrió que diferentes propiedades térmicas afectan a diferentes niveles de transferencia de calor de los tejidos. Por lo tanto, medimos las propiedades térmicas, diversas especificaciones y morfología de la superficie de 40 tipos de tejidos de verano utilizando el flujo de calor máximo  $q_{max}$  como índice que caracteriza el frescor temporal al tacto de los tejidos. Primero, discutiremos los efectos de las propiedades anteriores sobre la sensación temporal de frío. En segundo lugar, de acuerdo con una regresión multivariada por pasos, se seleccionan variables representativas importantes y se construye un modelo de predicción de la sensación de frío transitorio y las características del tejido. Además, el modelo fue validado para examinar la consistencia subjetiva y objetiva. Como resultado, durante la etapa de transferencia de calor temporal, los factores que influyen en gran medida en la sensación de enfriamiento del tejido incluyen el espesor del tejido, el peso, la capacidad calorífica volumétrica, la conductividad térmica, la densidad de urdimbre y trama y la rugosidad. Las principales variables que representan los componentes de la ecuación de regresión de la sensación de enfriamiento son la capacidad calorífica volumétrica y el espesor, y estas dos variables pueden explicar otras variables. Cambiar eso es el secreto para aumentar la sensación de fresca. El valor previsto de fresca concuerda con la evaluación subjetiva de la fresca y tiene cierta influencia en la fresca real de las personas. El propósito de este estudio es aclarar los principales factores que afectan el frescor, aplicar el modelo de frescor establecido al desarrollo de tejidos de verano y cumplir con los requisitos de confort térmico para los tejidos humanos.

## VII. EXPLICACIÓN DEL EXPERIMENTO

En nuestro experimento, se evaluó la disipación de calor corporal en una persona que realizó actividad física durante un período de 5 minutos. Se realizaron a cabo dos pruebas separadas: una con una camiseta de algodón y otra con una camiseta de licra. El objetivo principal fue comparar cómo estos dos tipos de camisetas afectan la disipación de calor del cuerpo durante y después de la actividad física.

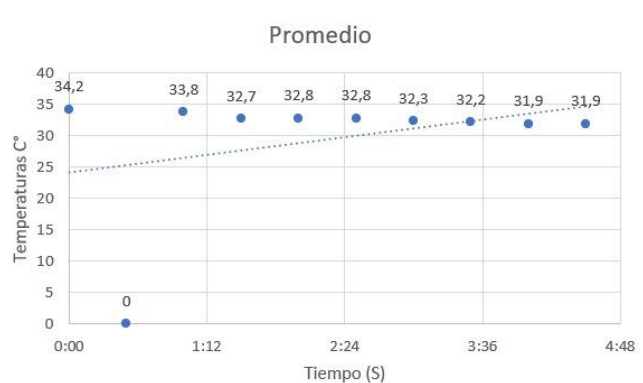
El procedimiento se dividió en las siguientes etapas:

1. **Preparación:** Se seleccionó un participante y se le pidió que usara una camiseta de algodón en la primera prueba y una camiseta de licra en la segunda.
2. **Medición de temperatura inicial:** Se utilizó una cámara termográfica para tomar una imagen térmica del participante antes de comenzar la actividad física. Esto proporcionó una referencia inicial de la temperatura corporal.
3. **Actividad Física:** El participante realizó una actividad física específica durante un período de 5 minutos. Durante este tiempo, se observarán los efectos de la actividad en la temperatura corporal y la generación de calor.
4. **Mediciones continuas:** Después de que se completen los 5 minutos de actividad física, se inició una serie de tomas de imágenes termográficas en intervalos de 30 segundos durante 5 minutos adicionales. Estas imágenes permitieron seguir la evolución de la temperatura corporal y la disipación de calor después de la actividad.
5. **Comparación entre Camisetas:** Se compararon las imágenes termográficas obtenidas con la camiseta de algodón y la camiseta de licra para identificar diferencias en la disipación de calor.
6. **Análisis de Datos:** Se analizaron las imágenes termográficas para observar cualquier cambio en la temperatura corporal a lo largo del tiempo y para evaluar si una camiseta permitió una disipación de calor más eficiente que la otra.

Los resultados del experimento proporcionan información sobre cómo diferentes tipos de camisetas pueden afectar la disipación de calor corporal durante y después de la actividad física. Estos hallazgos pueden ser relevantes para la elección de la ropa deportiva y la comodidad de las personas durante el ejercicio.

## VIII. TABLAS Y GRAFICAS

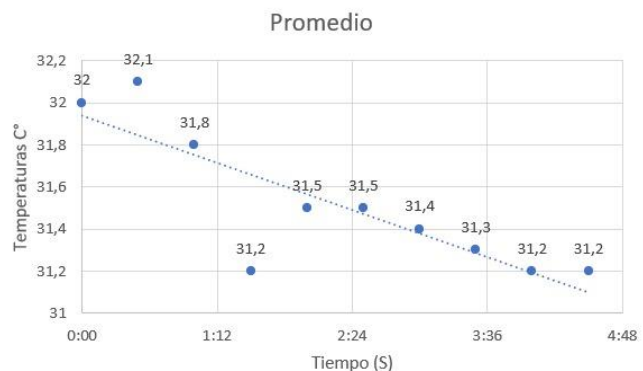
100% algodón				
Temperatura	Tiempo (S)	T Maxima	Promedio	T Minima
26°	0:00	36,2	34,2°	31,0°
26°	0:30	37	33,8°	31,1°
26°	1:00	36,9	33,8°	31,0°
27°	1:30	36,5	32,7°	30,3°
27°	2:00	36,3	32,8°	30,3°
26°	2:30	36,3	32,8°	30,4°
26°	3:00	36	32,3°	28,6°
26°	3:30	36	32,2°	28,2°
27°	4:00	35,3	31,9°	27,5°
27°	4:30	35,4	31,9°	28,4°



Cuando recopilamos datos de una camiseta de 100% algodón, medimos su temperatura promedio, máxima y mínima en intervalos de 30 segundos a lo largo de un período de 5 minutos. En este caso, nos enfocamos en el registro de la temperatura promedio.

Y de igual manera se repite el mismo proceso con la camiseta de licra como se observa a continuación:

Licra				
Temperatura	Tiempo (S)	T Maxima	Promedio	T Minima
27	0	35,3	32	30,5
27	30	35,6	32,1	29,9
27	60	35,4	31,8	29
27	90	35,1	31,2	27,9
27	120	35,2	31,5	27,7
27	150	35,1	31,5	27,4
27	180	34,6	31,4	27,8
27	210	34,6	31,3	27,7
27	240	34,2	31,2	27,6
27	270	34,3	31,2	27,8



### Análisis:

Según los datos de temperatura analizados, el algodón mostró una temperatura máxima promedio más alta en la prueba, con un promedio de 36,19 °C, mientras que la licra registró un promedio de temperatura máxima de 34,94 °C. Esto sugiere que la licra podría contribuir a mantener una temperatura corporal ligeramente más baja en comparación con el algodón.

También observamos que la licra registró una temperatura mínima promedio más baja, con un promedio de 28,33 °C, en comparación con el algodón, que tuvo una temperatura mínima

promedio de 29,68 °C.

## IX. CONCLUSIONES

1. **Efecto del Material de la Camiseta:** El experimento reveló que el tipo de material de la camiseta tiene un impacto significativo en la disipación de calor corporal. La licra demostró ser más eficiente en la regulación de la temperatura corporal en comparación con el algodón.
2. **Retención de calor:** Las camisetas de algodón tendieron a retener más calor corporal, como se evidencia por las temperaturas máximas promedio más altas registradas en las imágenes termográficas.
3. **Materiales y Comodidad:** Además de la disipación de calor, es importante considerar la comodidad personal al elegir entre camisetas de algodón y licra. La elección del material debe basarse en las preferencias individuales y las condiciones ambientales.
4. **Relevancia para la Ropa Deportiva:** Los hallazgos son relevantes para la selección de ropa deportiva, ya que la capacidad de una prenda para regular la temperatura corporal durante el ejercicio es esencial para el rendimiento y la comodidad.
5. **Potencial para Futuras Investigaciones:** Tu experimento proporciona una base sólida para futuras investigaciones que podrían explorar en mayor profundidad cómo diferentes materiales y diseños de ropa afectan la regulación térmica durante el ejercicio.

## X. REFERENCIAS

colaboradores de Wikipedia. (2022). Ley del enfriamiento de Newton. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_del\\_enfriamiento\\_de\\_Newton](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_del_enfriamiento_de_Newton)

colaboradores de Wikipedia. (2023). Conducción de calor. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Conducci%C3%B3n\\_de\\_calor#:~:text=E1%20Segundo%20principio%20de%20la,y%20temporal%20de%20la%20temperatura](https://es.wikipedia.org/wiki/Conducci%C3%B3n_de_calor#:~:text=E1%20Segundo%20principio%20de%20la,y%20temporal%20de%20la%20temperatura)

Testextextile. (2022). Acerca de las propiedades de calor y

humedad de las telas: 6 requisitos previos que deben conocerse para el desarrollo de prendas. Testex. <https://www.testextextile.com/es/sobre-las-propiedades-de-calor-y-humedad-de-las-telas-6-requisitos-previos-que-deben-conocerse-para-el-desarrollo-de-prendas/>

Transferencia de calor - concepto, tipos, aislantes y medidas. (s. f.). Concepto. <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>

¿Qué es la termodinámica? (s. f.). <https://www.fisicalab.com/amp/apartado/termodinamica-concepto>

Fluke. (s. f.). Cómo funcionan las cámaras infrarrojas. Fluke. [https://www.fluke.com/es-co/informacion/blog/captura-de-imagenes-termograficas/como-funcionan-las-camaras-infrarrojas#:~:text=Una%20c%C3%A1mara%20infrarroja%20\(tambi%C3%A9n%20conocida,la%20superficie%20del%20objeto%20medi](https://www.fluke.com/es-co/informacion/blog/captura-de-imagenes-termograficas/como-funcionan-las-camaras-infrarrojas#:~:text=Una%20c%C3%A1mara%20infrarroja%20(tambi%C3%A9n%20conocida,la%20superficie%20del%20objeto%20medi)do

## MOCKUPS

