

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 General

Estudiar el fenómeno térmico de temperatura evidenciado en la piel y el flujo sanguíneo y que ocurre ante cambios de esta en el cuerpo humano haciendo uso de aparatos de medición.

### 1.1.2 Específicos

- Observar los cambios de temperatura en la piel y calcular promedios de temperatura.
- Utilizar un sensor (GDST<sup>1</sup>) para medir temperatura.
- Comparar resultados de los datos obtenidos y los fenómenos observados.

## 1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Tanto en un día caluroso como en una noche fría es posible sentir a través de la piel los diferentes cambios en la temperatura, siendo de esta manera un concepto y un fenómeno familiar para prácticamente todos los seres humanos. Es así que el cuerpo humano dispone de mecanismos para mantener una temperatura constante, dichos mecanismos no son infalibles y por eso en ocasiones se ayuda al mismo por medio de diversos métodos, un ejemplo de ello es usar menos ropa en un día soleado o beber algo caliente, si el frío es el factor dominante. Es por tanto común en la vida cotidiana hacer uso de términos como temperatura y calor de forma frecuente e incluso, sin embargo, estos tienen un significado distinto en cuanto a la física se refiere. Pero esta guía se enfocará en el concepto de temperatura.

<sup>1</sup>Go Direct Surface Temperature: Sensor de temperatura superficial

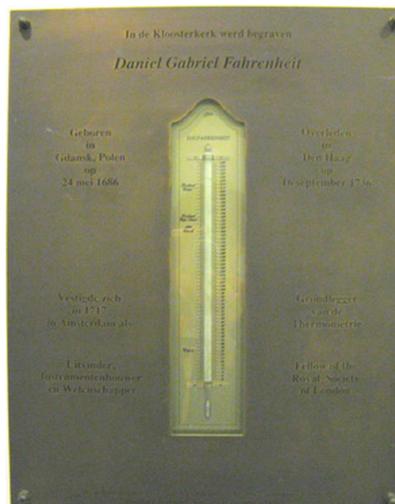
El concepto de temperatura surge en principio de las ideas cualitativas de caliente y frío, provenientes del sentido del tacto, es así que un cuerpo con una mayor temperatura tiende a estar caliente al tacto a diferencia del mismo tipo, pero con una temperatura menor. Sin embargo, los sentidos pueden ser engañosos, por tanto, la temperatura se define mejor en términos de medición. Esto se debe a que muchas propiedades de la materia dependen de la temperatura, ejemplos de ello son el vapor de una olla hirviendo, el color de una barra de metal a alta temperatura, entre muchos otros. También se puede definir la temperatura en términos de la energía cinética de las moléculas de algún material, pero, esta definición es un tanto compleja, lo cual nos lleva a definirla de una manera mas sencilla como ya se mencionó en términos de medición.

### 1.2.1 Termómetros

Para usar la temperatura como medida de caliente o frío es necesario usar un instrumento y definir una escala, dicho instrumento es el termómetro. No se conoce evidencia de que las antiguas civilizaciones como la griega contara con instrumentos de medición de temperatura, es así que se atribuye en el siglo XVI a Galileo Galilei la elaboración del primer termómetro, el cual funcionaba a partir de la dilatación de un liquido menos denso que el agua, lo cual permitía que unas ampollitas sumergidas en dicho liquido flotarían o se hundieran ante los cambios de temperatura del ambiente (véase la figura 1.1a). Sin embargo, este resultado ser un total fracaso dado que su rango de temperatura era limitado y reaccionaba bruscamente a los cambios de presión, haciéndolo un objeto poco práctico e inútil.



(a) Termómetro de Galileo



(b) Termómetro de Fahrenheit

Figura 1.1: Dispositivos experimentales para medir temperatura.

No fue sino hasta mediados del siglo XVIII que Daniel Gabriel Fahrenheit invento el termómetro de mercurio que conocemos en la actualidad (ver figura 1.1b), esto después de probar con diferentes líquidos y notar que este elemento ofrecía una buena respuesta lineal a los cambios de temperatura en un tiempo que era posible ver dicho cambio. A partir del siglo XIX y XX se desarrollan dispositivos más sofisticados, entre ellos los de respuesta eléctrica como el termistor usado en esta guía y los aún más modernos infrarrojos que detectan el calor emitido por los cuerpos sin contacto.

### 1.2.2 Escalas de temperatura

Con el desarrollo de este instrumento para la medición de temperatura, surgió la necesidad de establecer una escala que permitiera conocer de forma cuantitativa el valor de la temperatura, siendo el mismo Fahrenheit en establecer un punto inicial y final para su termómetro, siendo 32° el punto de congelación del agua o su punto inicial de medición y 212° el punto de ebullición del agua como su máximo en la escala. Un siglo después Anders Celsius propone una escala de 0° a 100° siendo el punto de congelación del agua en 0° y el punto de ebullición de la misma en 100°, siendo esta la escala Celsius o Centígrada que aun es muy usada junto con la escala Fahrenheit. Finalmente sería William Thomson (Lord Kelvin) quien a mediados del siglo XIX quien al percatarse de las ventajas de establecer un punto cero y con base en la escala Celsius establecería el cero absoluto a los -273.15 °C, es decir que el punto de congelación del agua en esta escala se encuentra a los 273.15 K. Esta ultima escala es la mas usada en el ámbito científico ya que es la unidad fundamental el SI<sup>2</sup>.

Al ser las escalas mas usadas en la actualidad se pueden establecer los diferentes factores de conversión ente las mismas así:

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^{\circ} \quad (1.1)$$

De esta ecuación es posible despejar la temperatura en grados Celsius y de esta manera pasar de una escala a otra. En el caso de grados Celsius a Kelvin es mas sencillo dado lo establecido anteriormente donde Kelvin se baso en la escala de Celsius, por tanto aquí se tiene que:

$$T_K = T_C + 273,15 \quad (1.2)$$

Con las relaciones anteriores se puede pasar de una escala a otra sin problema. Sin embargo, recuerde que en el ámbito científico la escala usada es la de Kelvin, en la que cabe aclarar que, no se menciona la palabra grado, ni tampoco se coloca el símbolo de grados junto a la sigla.

### 1.2.3 Flujo sanguíneo y temperatura de la piel

La homeostasis se refiere a la capacidad del cuerpo humano para mantener las condiciones internas del mismo, tal como lo son la temperatura, el pH, la hidratación, entre otras. Esto dentro limites normales para continuar con los diferentes procesos metabólicos, es por esto que cuando dichas condiciones se alteran, el cuerpo trabaja para devolverlas a la normalidad.

<sup>2</sup>SI: Sistema Internacional de unidades

Las reacciones químicas y procesos celulares necesarios para la vida se llevan a cabo a una temperatura de 37,0 °C (98,6 °F). De esta manera los mecanismos de homeostasis trabajan para mantener esta temperatura independientemente de las condiciones del entorno, es decir, de si hace frío o calor. La piel como ya se mencionó en párrafos anteriores, es la encargada de percibir los cambios de temperatura del entorno y contrarrestarlos, siendo conocida por este hecho como el órgano más grande del cuerpo humano. Bajo la capa epidérmica que protege la piel, se encuentra la dermis, en la cual se pueden encontrar glándulas sudoríparas y sebáceas, además de un rico suministro de sangre. (Véase 1.2)

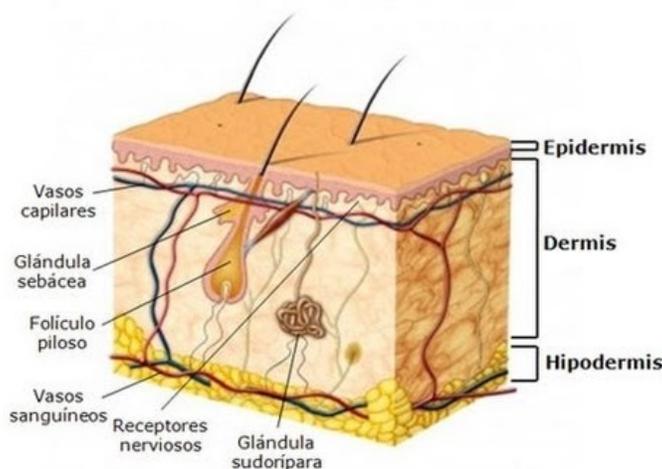


Figura 1.2: Partes de la piel humana.

Los procesos dérmicos tienen gran influencia en la regulación de la temperatura de la piel, esto por medio del flujo de sangre hacia las capas más externas de la piel. Cuando cierta zona del cuerpo se expone al frío, las arteriolas ubicadas en la dermis se contraen, causando una reducción en el flujo sanguíneo hacia esa zona y conservando de esta manera la temperatura de los órganos internos y más importantes que se encuentran en la zona central del cuerpo humano. Una vez que la zona que se encontraba expuesta a una baja temperatura deja de estarlo, las arteriolas se dilatan, normalizándose de esta manera el flujo de sangre hacia dicha zona.

Otra de las causas de la dilatación de los vasos sanguíneos es la exposición al calor siendo este disipado hacia la superficie de la piel y percibiéndose como el sonrojo o coloración roja por ejemplo en el rostro. Algunos ejemplos adicionales de regulación de la temperatura por medio del aumento o disminución del flujo sanguíneo son producto de la vergüenza o el miedo, que producen dilatación y contracción de los vasos sanguíneos respectivamente. También causa dilatación el consumo de alcohol.

### 1.3 Actividades previas

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con la temperatura y su relación con el flujo sanguíneo del cuerpo, propuestas a continuación:

1. ¿Qué es la dilatación en física?
2. ¿Cuáles son las diferencias entre temperatura y calor?
3. ¿Cómo funciona un termistor?
4. ¿Cuál es la temperatura máxima en la que puede sobrevivir un ser humano? ¿Por qué?
5. ¿Qué es la hipotermia, que la causa y cuales son los principales síntomas?

### 1.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

1. Computador o dispositivo móvil (celular).
2. Aplicación Vernier Graphical Analysis 4.
3. Go Direct Surface Temperature (sensor de Vernier).
4. Vaso de precipitado (beaker).
5. Cinta.
6. Hielo.
7. Agua y jabón o alcohol.
8. Toalla de papel o tela.

### 1.5 Procedimiento

Antes de iniciar cualquiera de las experiencias 1.5.1 y 1.5.2, garantice que el sensor de Vernier se encuentre en perfecto funcionamiento, así como el computador o dispositivo móvil que se usaran para la recolección de los datos. Para ajustar el Go Direct Surface Temperature (sensor de Vernier) humedezca un poco la punta de este introduciendo la punta en el vaso de precipitado, posteriormente seque con la toalla de papel, de esta manera se garantiza que el sensor se encuentre a la temperatura ambiente.

**¡OJO!: Tenga precaución de no frotar la punta del sensor con la toalla, esto debido que puede aumentar la temperatura debido a la fricción, si esto ocurre sumerja el dispositivo nuevamente y antes de secarlo verifique que se encuentre a la temperatura del agua con ayuda de la aplicación.**

### 1.5.1 Temperatura mano y codo

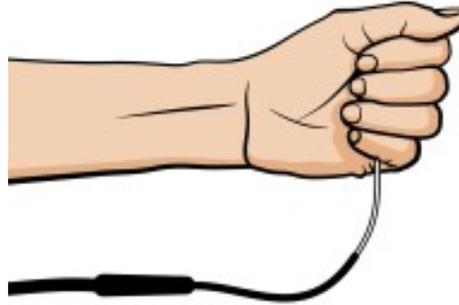


Figura 1.3: Correcta ubicación del sensor para la toma de temperatura en la mano.

1. Inicie la aplicación Graphical Analysis 4. Conecta Go Direct Surface Temperature al computador o dispositivo móvil.
2. Haga clic o pulse en la configuración y establezca en 60 segundos la recolección de datos, guarde esta configuración antes de iniciar con la toma de datos.
3. Mida la temperatura de la palma de la mano así:
  - a) Tome el sensor de temperatura como se muestra en la figura 1.3.
  - b) Haga clic o pulse en iniciar toma de datos.
4. Determine la temperatura máxima así:
  - a) Registre los datos como se muestra en la tabla 1.1
  - b) Introduzca los datos en un libro de Excel y observe el comportamiento de la gráfica.
  - c) Finalmente descarte los datos en la aplicación.
5. Prepare el sensor para una nueva toma de datos sumergiéndolo en agua y secando siguiendo las recomendaciones mencionadas al inicio de esta sección.
6. Repita los pasos 3 al 5, pero esta vez colocando el sensor en el pliegue del brazo como se muestra en la figura 1.4 en vez de la palma de la mano.
7. Realice los pasos 3 al 6 con todos los integrantes de su grupo de trabajo.



Figura 1.4: Correcta ubicación del sensor para la toma de temperatura en el codo.

Nombre del estudiante	Temperatura máxima, mano (°C)	Temperatura máxima, codo (°C)
Promedio del equipo		

Tabla 1.1: Datos de temperaturas para cada integrante del grupo de trabajo.

### 1.5.2 Flujo sanguíneo en el brazo y el rostro

**¡IMPORTANTE!:** Antes de iniciar informe al docente de cualquier problema de salud que pueda exacerbarse e impedirle un correcto desarrollo de las actividades que siguen a continuación.



Figura 1.5: Correcta ubicación del sensor para la toma de temperatura en el bíceps.

#### Parte I Recuperación de la temperatura por la piel de la parte superior del brazo:

1. Inicie la aplicación Graphical Analysis 4. Conecta Go Direct Surface Temperature al computador o dispositivo móvil.
2. Haga clic o pulse en la configuración y establezca en 120 segundos la recolección de datos, guarde esta configuración antes de iniciar con la toma de datos.
3. Retire el exceso de aceite de la piel sobre el bíceps braquial con agua y jabón o alcohol. Pegue el sensor de temperatura a la parte superior del brazo, sobre el área del bíceps. Asegúrese de pegar el extremo del termistor (la punta) del sensor directamente al brazo como se ve en la figura 1.5.
4. Haga clic o pulse en iniciar toma de datos y pasados 50 segundos, detenga la toma de datos, con estos se establece una línea como base de temperatura.
5. Determine la temperatura de referencia.
  - a) Observe el gráfico e identifique la región del gráfico donde la temperatura era constante (región de línea de base).

- b) Seleccione los datos en la región de línea base del gráfico y consígnelos en una tabla de Excel.
  - c) Registre el valor medio de la temperatura en la tabla de datos como la temperatura de referencia.
6. Retire el sensor de temperatura del brazo y sostenga un trozo de hielo sobre el área de la parte superior del brazo en la que se colocó el sensor. Mantenga el cubo de hielo en su lugar durante 30 segundos.
7. Retire el hielo y limpie rápidamente el área seca con una toalla. **¡OJO!**: No frote la zona, ya que la fricción puede causar un aumento en la temperatura de la piel.
8. Vuelva a pegar el sensor en la parte superior del brazo, en la misma zona del bíceps donde se sostenía el hielo.
9. Haga clic o pulse en iniciar toma de datos y tome datos durante 120 segundos.
10. Determinar la tasa de recuperación así:
  - a) Seleccione los datos recopilados entre 0 y 50 s.
  - b) Consigne estos datos en un nuevo Excel.
  - c) Realice el respectivo gráfico de los datos y observe que ajuste puede asignarle.
  - d) Registre la pendiente,  $m$ , en la Tabla 1.2.



Figura 1.6: Correcta ubicación del sensor para la toma de temperatura en la mejilla.

**Parte II Recuperación de la temperatura por la piel facial:**

1. Pegue el sensor de temperatura a la cara, debajo del hueso de la mejilla, aproximadamente a 3 cm de la esquina de la boca, colocando el cable del sensor sobre la oreja para mayor estabilidad como se ve en la figura 1.6. Retire el exceso de aceite de la piel con agua y jabón o alcohol para mejorar la adhesión de la cinta a la piel. Asegúrese de pegar el extremo del termistor (la punta) del sensor directamente a la mejilla.
2. Haga clic o pulse en iniciar toma de datos y recoja datos por 50 segundos para obtener la línea

1.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo

de base de la temperatura tal como se hizo en la parte I. Determine dicha línea base y registre el valor en la Tabla 1.2.

3. Retire el sensor de temperatura de la cara y sostenga un trozo de hielo sobre el área de la mejilla en la que se colocó el sensor. Mantenga el cubo de hielo en su lugar durante 30 segundos.
4. Retire el hielo y limpie rápidamente el área seca con una toalla. **¡OJO!**: No frote la zona, ya que la fricción puede causar un aumento en la temperatura de la piel.
5. Vuelva a pegar el sensor a la cara, en la misma zona donde el hielo estaba tocando.
6. Haga clic o pulse en iniciar toma de datos y tome datos durante 120 segundos.
7. Determinar la tasa de recuperación así:
  - a) Seleccione los datos recopilados entre 0 y 50 s.
  - b) Consigne estos datos en un nuevo Excel.
  - c) Realice el respectivo gráfico de los datos y observe que ajuste puede asignarle.
  - d) Registre la pendiente,  $m$ , en la Tabla 1.2.

	Temperatura de referencia (°C)	Pendiente, o velocidad (°C/s)
Parte I: Parte superior del brazo		
Parte II: Mejilla		

Tabla 1.2: Datos de temperatura y pendiente.

**1.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo**

Para la sección 1.5.1:

1. Calcule el promedio del equipo para las temperaturas más altas para cada ubicación. Registre el resultado en la tabla de datos.
2. ¿Cómo se compararon las temperaturas máximas de tus compañeros de equipo?
3. ¿Qué lugar era más cálido, la palma de la mano o el pliegue del codo? ¿Por qué?

Para la sección 1.5.2:

1. ¿Se recupera la temperatura de referencia dentro de los 2 minutos durante los cuales se recopilaron los datos? Estime cuánto tiempo se tardaría en lograr la recuperación completa para cada una de las dos partes. Relacione esto con experiencias cotidianas en las que ha estado expuesto al frío.
2. ¿Qué área de la piel analizada (parte superior del brazo o la cara) tuvo la recuperación más rápida de la temperatura después del enfriamiento? Explique este resultado.
3. El alcohol causa dilatación de las arteriolas y una sensación de calor. ¿Recomendarías que alguien que está varado en la nieve beba alcohol para mantenerse caliente? ¿Por qué o por qué no?
4. Una condición llamada hipertermia (postración por calor) puede resultar cuando los mecanismos homeostáticos del cuerpo ya no son adecuados para contrarrestar el efecto de las altas

temperaturas externas. Sobre la base de lo que sabe sobre la vasoconstricción y la vasodilatación como métodos de regulación de la temperatura en el cuerpo, describa el color de la piel de alguien que está en las primeras etapas de la hipertermia.

## 1.7 Referencias

1. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Freedman, R. A. (2011). *Física Universitaria: Volumen 1*. Pearson Educación de México, SA de CV.
2. Serway, R. (2018). *Física Para Ciencias e Ingeniería. Vol. 1* (10<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.
3. Tipler, P. A. (2010). *Física. 6ed. Vol. 2*. Reverté.