



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

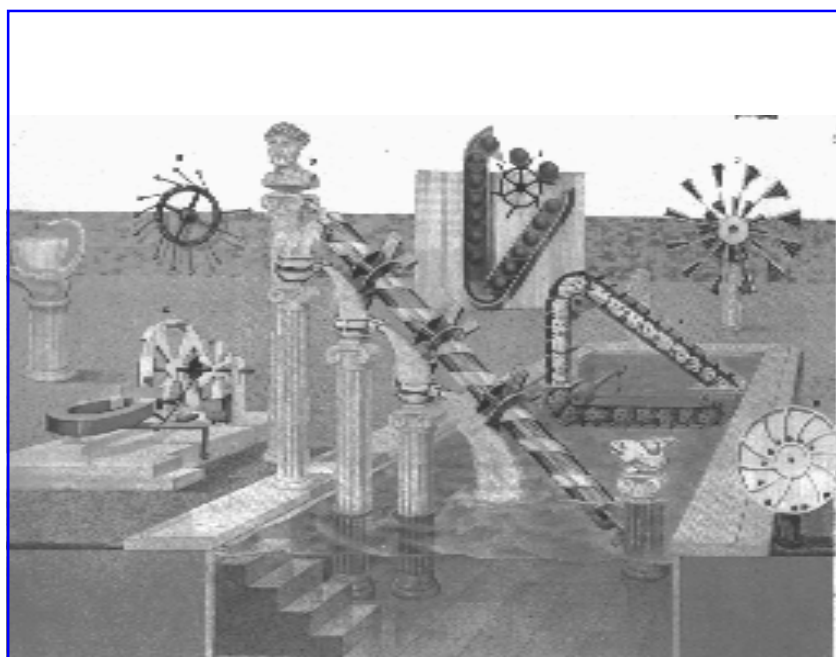
DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

**PLANCAD**

SECUNDARIA 2000

# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Fascículo Autoinstructivo

3.3

**TERMODINÁMICA**

**Producción y Publicación:**  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD  
Van de Velde 160 San Borja  
Lima.

**Autoría:**  
Universidad Peruana Cayetano Heredia  
Facultad de Educación

**Equipo de Trabajo:**  
Alina Gómez Loarte  
Luis Huamán Mesía  
Carmen Lauro Guzmán  
César Quiroz Peralta  
Adela Rodríguez

**Corrección de Estilo:**  
Miguel Incio Barandiarán

**Diagramación:**  
Rosa Támara Sarmiento

**Revisión de textos:**  
PLANCAD:  
Jorge Jhoncon Kooyip  
UDCREES:  
Elizabeth Quinteros Hajar  
Héctor Yauri Benites

# Índice

## I. Termodinámica

1.1	Concepto	1
1.2	Campo de estudio de la termodinámica	2
1.3	Temperatura y calor	4
1.3.1	Capacidad calórica	6
1.3.2	Calor latente	8
1.3.3	Transferencia o transmisión del calor	10
1.3.4	Cero absoluto	15

## II. Primera Ley de la Termodinámica

2.1	Conservación de la energía	16
2.2	Aplicaciones de la primera ley de la termodinámica	
2.2.1	Proceso Adiabático	17
2.2.2	Proceso Isocórico	18
2.2.3	Proceso Isotérmico	18
2.2.4	Proceso Isobárico	18

## III. Segunda Ley de la Termodinámica

3.1	La entropía y el desorden	19
3.2	Aplicaciones de la termodinámica	
3.2.1	Motor de explosión	20
3.2.2	Máquina de vapor	20
3.2.3	Temperatura corporal	21
3.2.4	Acoplamiento Energético	21
3.3	Termodinámica y la contaminación térmica	22
	Autoevaluación	24
	Glosario	25
	Respuestas	26
	Bibliografía	28

# I. TERMODINÁMICA

## 1.1 CONCEPTO

Realiza la siguiente experiencia:

**Materiales:**

- Un corcho
- Un palito de tejer de metal
- Una hoja de papel bulki /periódico
- Una vela
- Tijeras

**Procedimiento:**

- Atraviesa el corcho con el palito de tejer.
- Doblar en ángulo recto el palito de tejer
- Construye una veleta (cortando el papel en sentido de los radios puede ser también en forma espiral) ver figura 1 y 2.
- Colocar la veleta en el extremo del palito de tejer.
- Coloca el aparato, palito de tejer-veleta, sobre la llama de la vela evitando que se quem. Ver figura 3. ¿Qué observas?
- Repite la misma experiencia cambiado de veleta (veleta espiral).

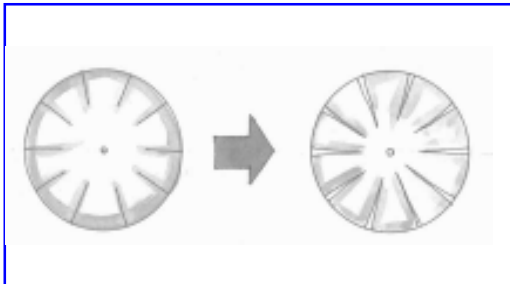


Figura 1: Veleta radial



Figura 2: Veleta espiral



Figura 3

**Ahora responde las siguientes preguntas**

¿Por que las veletas se mueven?

-----  
-----

¿Qué forma de energía se desprende de la vela?

-----  
-----

¿En qué forma de energía se transforma para producir el movimiento de las veletas?

-----  
-----

Este fenómeno se ha estudiado desde hace mucho tiempo, vinculado al estudio de la energía y del movimiento, en este caso particular al calor (ver fascículos 1.2, 2.1).

*Al estudio del calor y su transformación en energía mecánica se denomina Termodinámica.*

**Nota:** En este fascículo, el término calor es sinónimo de energía térmica o calórica. Cotidianamente el término también expresa una concepción subjetiva de la temperatura, por lo tanto, las expresiones frío, tibio, caliente son percepciones de la temperatura, que dependen de la sensibilidad de las personas.

**Ejemplo:**

- En el verano, una persona de Sullana (Piura) si se traslada a la ciudad de Tacna, siente frío a una temperatura ambiental de 20°C.
- Una persona que vive en Huancayo y llega a Lima, a 20°C siente calor.

**Conclusión:**

*A la misma temperatura ambiental (atmosférica), dos personas de diferente origen tienen la sensación térmica diferente.*

**1.2 CAMPO DE ESTUDIO DE LA TERMODINÁMICA**

Para entender la termodinámica no es necesario conocer la teoría atómica o los mecanismos de reacción, debido a que solo es de su interés las propiedades macroscópicas de la materia. Es decir, propiedades que se miden fácilmente.

Antes de abordar en los principios de la termodinámica debemos conocer algunos conceptos fundamentales:

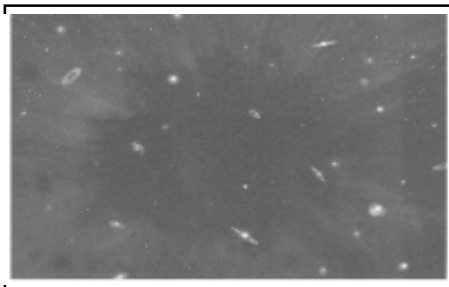
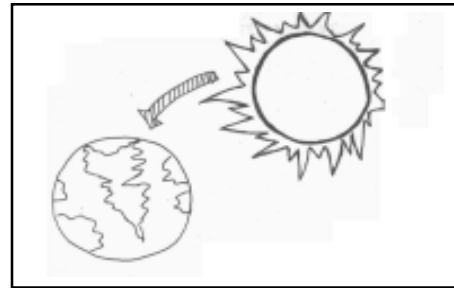
**A. Sistema:**

Es el conjunto de elementos en interacción de la cual surgen menos elementos con características nuevas no inherentes a los elementos originales.

Los sistemas pueden presentarse:

**Abiertos:** son aquellos que intercambian materia y energía con su medio externo, inmediato, aún cuando el intercambio sea por un elemento.

*Ejemplo:* la tierra recibe energía luminosa y calor de sol, por ello se le considera un sistema abierto.

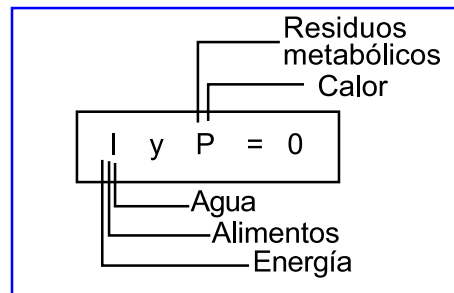


**Cerrados:** son los que reciben insumos del medio, está separado del medio externo por límites que impide a la materia y energía entrar o salir. Es autosuficiente.

*Ejemplo:* el universo es el único sistema cerrado real que consiste.

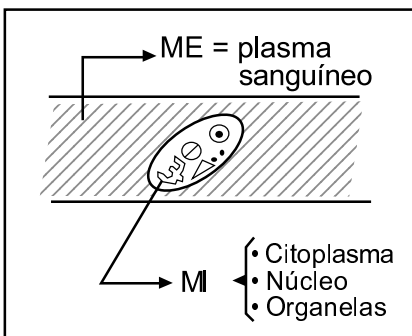
**En equilibrio:** son los que presentan cambios pequeños y a cada entrada corresponde una salida proporcional, de tal manera que el balance (equilibrio dinámico) es siempre cero.

*Ejemplo:* la salud está en equilibrio cuando es proporcional los insumos (alimentos, energía, agua) y los productos (residuos metabólicos, calor).



### B. Medio:

Es el espacio y sus elementos en el que se mueve el sistema. Hay dos clases:



- **Medio Externo (ME):** es el conjunto de elementos que rodea al sistema.
- **Interno (MI):** es inherente al sistema.

*Ejemplo:* los glóbulos blancos tienen como medio externo el plasma sanguíneo y como medio interno el citoplasma, núcleo y organelas.

### C. Estado inicial:

Es el contenido total de materia y energía del sistema antes de que el proceso tenga lugar.

### D. Estado final:

Es el contenido total de materia y energía del sistema después de realizar el proceso.



*Bien, ahora te pedimos que elabores un esquema creativo que relacione los conceptos fundamentales*

### 1.3 CALOR Y TEMPERATURA

El calor es una forma de energía que se manifiesta cuando se transfiere de un sistema a otro.

El calor se transfiere desde un sistema con alto contenido calórico a otro de menor contenido. El calor que recibe el segundo sistema provoca un cambio en alguna de sus propiedades, por ejemplo, se dilata.

El aprovechamiento de esta característica ha permitido la construcción de los instrumentos para medir el contenido calórico de un sistema.

La temperatura es la magnitud en la que se mide el contenido calórico de un sistema. El termómetro es el instrumento con que se mide el contenido calórico de un sistema. La temperatura se expresa en diferentes tipos de escalas.

#### Responde a las siguientes preguntas:

*¿Cuál es la relación entre la temperatura corporal de un individuo y el calor que perciben de él otras personas?*

-----  
-----

*¿Los términos temperatura y calor son sinónimos? ¿Por qué?*

-----  
-----

Ahora, podemos establecer que ambos términos son diferentes, pero se relacionan de la siguiente manera:

*La temperatura es una magnitud que mide la cantidad de calor de un sistema*

Para medir la temperatura se utiliza como instrumento de medición el **termómetro**.  
 Observa el siguiente cuadro:

Escala	Puntos básicos	Observaciones
Celsius Fahrenheit Reameur	°C 100°C °F 212°F °R 80°R	El 0° corresponde al hielo fundente y el otro valor al agua en ebullición
Absoluta (Kelvin)	O°K 373°K	El 0° es el cero absoluto y 373 corresponde al agua en ebullición

Actualmente, en investigación científica se utiliza la escala Kelvin según el sistema internacional de Medidas, pero es también muy utilizada la escala Celsius.

Los siguientes fórmulas aritméticas permiten convertir la temperatura de una escala a otra.

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9(^{\circ}\text{C}+32)}{5} \qquad ^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

*Sobre esta base te pedimos que halles la conversión a grados Celsius.*

**Sabías que...**  
*El tamaño de los grados en la escala Kelvin y Celsius son los mismos, pero la diferencia radica en el cero de la Escala Kelvin (La temperatura en que las sustancias ya no tienen energía cinética que ceder) equivale a – 273°C de la escala centígrado además en la escala de Kelvin no hay temperaturas negativas.*



**¡Ahora te invitamos a investigar!**

Identifica el nombre del científico que estableció cada escala termométrica y su nacionalidad.

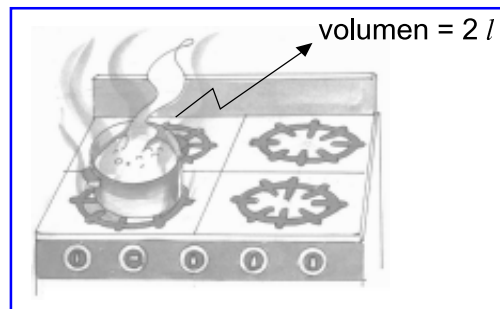
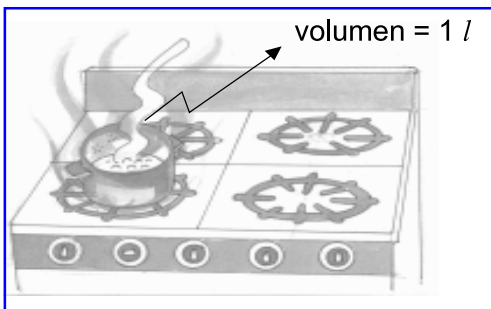
¿Qué daños puede ocasionar a una persona el intentar recoger los residuos de un termómetro roto?

**1.3.1 Capacidad Calórica**

Es la cantidad de calor (Q) que recibe un sistema que permite elevar su temperatura Inicial (T<sub>1</sub>) a una temperatura (T<sub>2</sub>). Esto se formula:

$$\text{Capacidad calórica} = \frac{Q}{T_2 - T_1}$$

Ahora observe los siguientes gráficos en los cuales ambas ollas traen la misma capacidad de la fuente de calor, pero volúmenes diferentes.



**Responde a la pregunta:**

¿En cual de las dos ollas hervirá primero?

.....  
.....

Como te habrás dado cuenta la capacidad calorífica depende de la cantidad de materia en el sistema.

$$\text{Capacidad calórica} = \frac{Q}{m (T_2 - T_1)}$$

Si se trabaja con unidad de masa la capacidad calórica se denomina **calor específico** (C<sub>e</sub>).

*El calor específico (c) se define como la cantidad de calor necesario para elevar 1° la temperatura de la unidad de masa de un sistema.*

**Ahora investiga lo siguiente y completa el cuadro**

¿Cuál es el calor específico de las siguientes sustancias de uso común?

Sustancia	Calor específico
Agua	
Alcohol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	
Hielo	
Vidrio	
Aluminio	
Madera	

La unidad de calor se llama *caloría (cal)* y se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14.5°C a 15.5 °C.

El científico británico **James Prescott Joule** encontró que para aumentar un grado centígrado a un gramo de agua era necesario una energía de 4,186 J.

Entonces, estableció el equivalente mecánico del calor, que es la cantidad de energía mecánica que debe consumirse para producir una unidad de energía térmica:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

$$1 \text{ Kcal} = 4186 \text{ J}$$

**Sabías que...**

La *Kilocaloría (Kcal)* es una unidad muy utilizada en la *Química y Biología*, por ejemplo, los *dietistas* utilizan esta unidad de medida para determinar la cantidad de *calorías* que nuestro cuerpo obtendrá al consumir ciertos alimentos.

Así tenemos que por:

1 g de *carbohidrato* produce 4 cal.

1 g de *grasa* produce 9 cal.

Por tal motivo para hacer el cálculo de la *dieta diaria*, resultará cómodo trabajar en función de *Kcal* por que consumimos una cantidad considerable de *calorías*.

Se ha observado que una *persona*, cuyo *peso corporal* es de 60 kg y su *actividad física* sea moderado, debe consumir aproximadamente 2 *Kcal* al día.

Para mayor información revisar el fascículo 2.2.



¿Sabías que en las noches la temperatura del agua de la piscina es mayor que la temperatura del medio externo?

*Esto se debe a que el agua al igual que otros cuerpos tienen una elevada capacidad calórica y por ello el calor absorbido durante el día se mantiene durante la noche. Pero para que eleve su temperatura el agua durante el día requiere mayor energía que la Tierra que lo rodea.*

*Esta capacidad calórica convierte al agua en elemento básico para la vida porque mantiene la temperatura constante en el hombre, vertebrados calientes, etc.*

### 1.3.2 Calor latente

Realiza la siguiente experiencia:

- Echa agua en un vaso de pirex (beaker) hasta la cuarta parte.
- Coloca un termómetro dentro del recipiente, sujétalo sin que toque la base.
- Caliente el recipiente y anota tus observaciones en el cuadro inferior.



Tiempo	Temperatura	Cambio observado
0 min.		
2 min.		
4 min.		
6 min.		
8 min.		
10 min.		
12 min.		
14 min.		
16 min.		
18 min.		

**Ahora responde a las siguientes preguntas:**

*¿La temperatura inicial y final son iguales? ¿Por qué?*

-----  
 -----

*¿A qué temperatura observaste cambios notables? Menciónalos*

-----  
 -----

Explica la relación entre el tiempo y la temperatura del agua

---

---

Como habrás observado, el agua al calentarse cambia del estado líquido a estado gaseoso. Lo curioso es que la temperatura se mantiene constante aunque se le adicione calor.

Este fenómeno es conocido como **calor latente** y se le define como:

*El calor que utiliza el sistema para cambiar de estado manteniendo la temperatura constante.*

A continuación te presentamos una forma de calor latente:

**Calor latente de fusión:** es la cantidad de calor necesario para hacer pasar a la unidad de masa de la fase sólida a la fase líquida.

Su fórmula es:

$$L_f = \frac{Q}{m}$$

Donde:  $L_f$  = Calor Latente de fusión  
 $Q$  = Calor  
 $m$  = masa

Se puede expresar en KJ/kg ó Kcal/kg

*Ejemplo:* ¿cuál será el calor latente de fusión de 10 g de hielo a 0°C que recibe 3.348 para ser fundido?

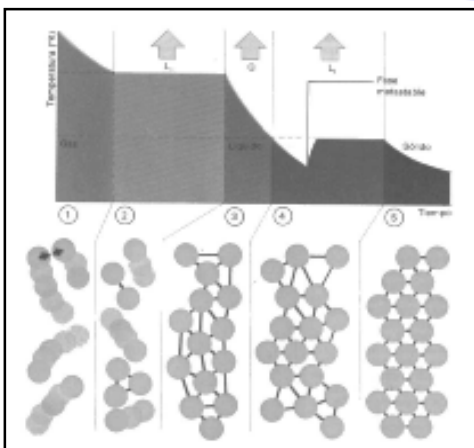
$$L_f = \frac{3384 \text{ KJ}}{0,01 \text{ Kg}} = 334.8 \text{ KJ/Kg}$$

El calor latente de fusión es 334.8 KJ/Kg

Del mismo modo se define el calor latente para los otros cambios de estado o **cambios de fase**, así tenemos por ejemplo el calor latente de vaporización ( $L_v$ ) y el calor latente de Suplimación ( $L_s$ )

¿Y cómo sucede esto?

Fuente: Enciclopedia de Ciencias, Salvat.



Como sabemos en un gas sus átomos se mueven libremente A, cuando el gas se enfría, el calor latente de condensación ( $L_c$ ) que se está perdiendo lo convierte en líquido y va apareciendo en forma paralela enlaces interatómicos débiles (B). Si el enfriamiento continúa hasta el punto de congelación (C) por pérdida de calor ( $Q$ ), se forma un sólido (D) debido a la liberación de un calor latente de fusión ( $L_f$ ) y en consecuencia los átomos se enlazan fuertemente entre sí (E).

En los siguientes cuadros presentamos algunos ejemplos de calores latentes de fusión y vaporación para algunas sustancias a presión atmosférica normal:

Sustancia	Temperatura de fusión °C	Lf (KJ/Kg)
Hielo	0	334,8
Naftaleno	80	149,5
Cobre	1083	212,5
Plomo	327	26,5
Plata	961	102,1
Azufre	113	39,1

Sustancia	Temperatura de fusión °C	Lv (KJ/Kg)
Agua	100,0	2256
Alcohol cetanol	78,3	857
Cloroformo	61,5	246
Eter	34,6	352
Mercurio	356,6	294

En base a la información que precede conteste la siguiente pregunta:

*¿El calor latente de fusión del agua en Lima será igual en Cerro de Pasco? ¿Por qué?*

-----  
 -----

### 1.3.3 Tránsito o transmisión del calor

*Cuando dos objetos se encuentran juntos y están a diferentes temperaturas, el calor siempre tiende a transferirse de un objeto caliente a otro frío buscando una igualdad de temperatura, a este proceso se le conoce como **tránsito** o **transmisión del calor**.*

Existen tres maneras de transferir el calor: por conducción, por convección y por radiación:

#### A. POR CONDUCCIÓN:

**Realiza lo siguiente:**

Introduce al mismo tiempo una cucharita de metal y otra de plástico en una taza de té muy caliente.

Luego de un minuto sacálas y contestas a las siguientes preguntas:



*¿Qué ocurre con las cucharitas antes y después de introducir a la taza de té?*

-----  
-----

*En función a tu respuesta anterior, establece la relación entre ambas*

-----  
-----

Al igual que la cucharita de metal existen otros materiales que transmiten el calor, como los metales que son los mejores **conductos del calor**. Este proceso se debe a las colisiones de átomos o moléculas y a los movimientos de electrones que están débilmente unidos al átomo. Es decir el calor provoca el movimiento de los átomos los cuales transmiten su vibración a los átomos adyacentes y estos a los que están cerca.

Pero existen elementos químicos cuyos electrones están débilmente unidos, los cuales por calor se desprenden y transfieren energía al chocar con los átomos o electrones libres del mismo elemento químico Ejemplo: barra metálica. Estos elementos también tienen la facilidad de conducir la electricidad.

**Ahora contesta a la siguiente pregunta:**

*¿Cómo se explica que una frazada o cubrecama de calor (abrigo) al cuerpo que se cobija bajo ellas?*

-----  
-----  
-----

La mayoría de sólidos conducen al calor (metales), pero existen sólidos como la madera que conduce muy poco, retornando así la transferencia del calor, por ello se le denomina **aislantes** ejemplo: Corcho, paja, papel, copos de nieve.

Estos últimos son buenos aislantes porque son cuerpos porosos con numerosos espacios pequeños llenos de aire(aislante). La nieve al cubrir la superficie de la Tierra retarda la transferencia del calor porque actúa como una cubierta protectora.

**Ahora investiguemos:**

*¿La mayoría de líquidos y gases son conductos o aislantes del calor?  
¿Por que?*

-----  
-----  
-----

A través del siguiente experimento podrás reconocer al mejor aislante térmico

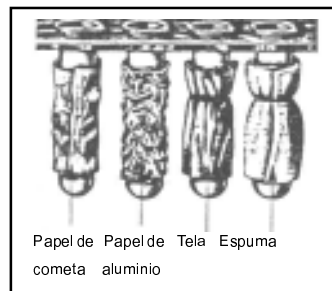
**Materiales:**

- 4 Tubos de Ensayo
- 1 Termómetro
- Papel de molde ó cometa, papel de aluminio, tela, espuma sintética
- Agua caliente
- Gradillo
- Hilo

**Procedimientos:**

- Envolver hasta la mitad los tubos de ensayo usando papel cometa, papel aluminio, tela o espuma sintética en cada caso. En los dos últimos sujételos con un pedazo de hilo.
- Llenar con agua caliente hasta la mitad cada tubo de ensayo y colocarlos en la gradilla.
- Tomar la temperatura del agua en cada tubo de ensayo y anotar en la tabla de observaciones.
- Dejar reposar a los tubos por un tiempo de 30 minutos.
- Tomar la temperatura de cada tubo y registrar la medida a la tabla de observaciones.

Tubo	Temperatura	
	Inicial	Final
1 papel cometa		
2 Papel aluminio		
3 Tela		
4 Espuma		



**En base a la temperatura final de la experiencia anterior responde:**

¿En qué tubo la temperatura es mayor y en cual es menor?

-----

¿Cómo se explica esta diferencia si todos los tubos tuvieron la misma temperatura inicial?

-----

**Ahora puedes afirmar que:**

El mejor aislante térmico es: -----

El que menos aísla el calor es: -----

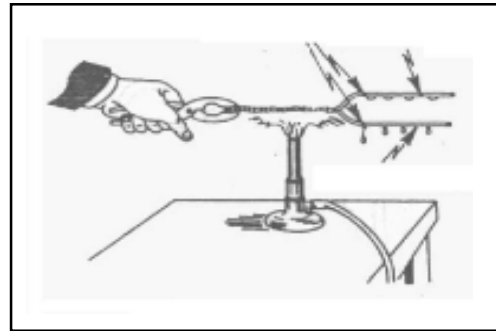
**B. Por convección**

Realiza la siguiente experiencia con material sencillo

En un foco de luz u otro recipiente resistente al calor, pero transparente, coloca agua hasta la mitad.

Agrega un poquito de aserrín y deja que este descienda hasta el fondo.

Luego coloca el recipiente sobre un mechero de alcohol y empieza a calentarlo.



**Ahora responde las siguientes preguntas:**

¿Qué ocurre con las partículas de aserrín?

-----

¿Cuál es la causa de este comportamiento?

-----

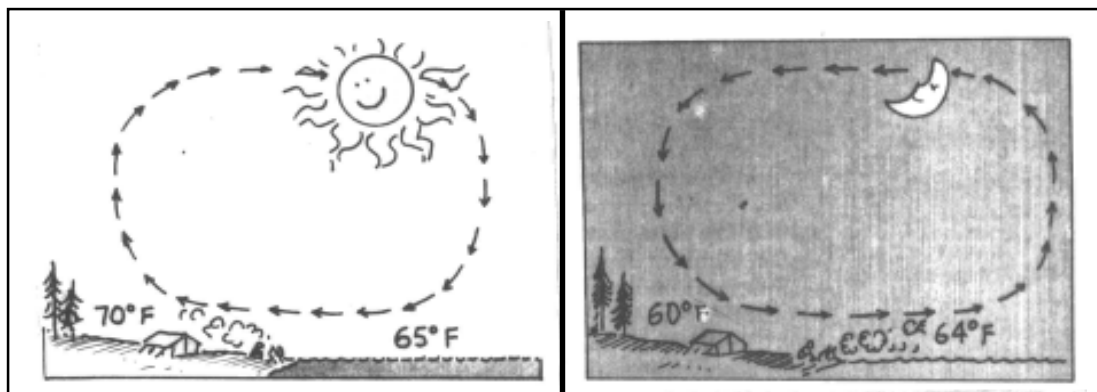
Habrás podido notar que el calor trae diversas formas de transferirse, así como en el anterior ejemplo, el calor produce el desplazamiento de una sustancia en sentido opuesto a la zona más caliente.

Por lo tanto a la **convección** se la define como el calentamiento que se lleva a cabo por corrientes en un fluido (sustancias líquidas o gaseosas)

En la naturaleza podemos observar este fenómeno:

- Si estamos cerca al mar, observamos que durante el día el aire se mueve o desplaza desde el mar hacia la Tierra porque la superficie terrestre está más caliente que el agua del mar, a este viento se le denomina **brisa**.
- Por otro lado, durante la noche el viento tiene una dirección contraria (de la Tierra hacia el mar) porque la superficie terrestre pierde el calor que ganó durante el día más rápidamente que las aguas marinas provocando el desplazamiento del aire, a estos vientos se le denomina **terrales**.

Gráficamente estos fenómenos se presentan de la siguiente manera:



Brisa

Terraes



**C. Por radiación:**

Observa el dibujo



**Ahora responde:**  
 ¿Cómo se cocinan los pollos a la brasa?

-----

-----

-----

A diferencia de las experiencias anteriores, el calor que se transfiere de un sistema a otro se realiza a través de ondas electromagnéticas irradiadas por un receptor el cual aumenta su energía este tipo se le denomina **transferencia de calor por radiación**.

La energía radiante se trasmite por ondas electromagnéticas como:

- Ondas de radio
- Microondas
- Rayos Gama
- Radiación infrarroja
- Luz visible
- Radiación ultravioleta
- Rayos X

Al respecto las ondas electromagnéticas son más cortas cuando el sistema se encuentra a temperaturas altas y, por el contrario son largas cuando se encuentran a temperaturas bajas.

*¿Has oído hablar del efecto invernadero?*

Este fenómeno atmosférico consiste en que gran parte de las ondas cortas emitidas por el sol al llegar a la superficie de la tierra es absorbida, pero otra parte es transformada en ondas largas que son reflejadas hacia la atmósfera. Estas ondas al chocar con los gases atmosféricos como el CO<sub>2</sub> y el vapor de agua, son absorbidos.

Gran parte de estas ondas son nuevamente reflejadas a la superficie terrestre, así la radiación de ondas largas quedan atrapadas en la atmósfera calentando de este modo la tierra. (Ver fascículos 1.1, 1.2 y 1.3). Por esta razón el efecto invernadero es positivo, porque de lo contrario la tierra tendría durante la noche una temperatura de -18°C y durante el día una temperatura muy alta, que limitaría o impediría la existencia de los seres vivientes.

En base a los contenidos de la transferencia del calor y sus formas completa el siguiente cuadro comparativo:

Formas de transferencia Contenidos de comparación	Conducción	Convención	Radiación
Diferencias			
Semejanzas			

### 1.3.4 Cero absoluto

Responde las siguientes preguntas:

*¿Cuál es la temperatura más alta de la cual tienes referencia?*

-----

*¿Cuál es la temperatura más baja de la cual tienes referencia?*

-----

La átomos se mueven más conforme aumenta la temperatura. Pero ¿en qué momento dejan de moverse?

*Existe una temperatura en la cual la energía cinética de los átomos tiende a cero y la temperatura se aproxima a su límite inferior, el cual se denomina **cero absoluto**.*

A esta temperatura ya no es posible extraer más energía de una sustancia, ni reducir aún más su temperatura.

Esta temperatura corresponde a 273 °C, este punto se conoce como **cero absoluto** y corresponde a la escala Kelvin (K) de temperatura y se escribe 0°K.

## II. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

### 2.1 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

(Ver fascículos 1.2 y 2.1)

*Recuerdas ¿cuál es la ley de la conservación de la energía?*

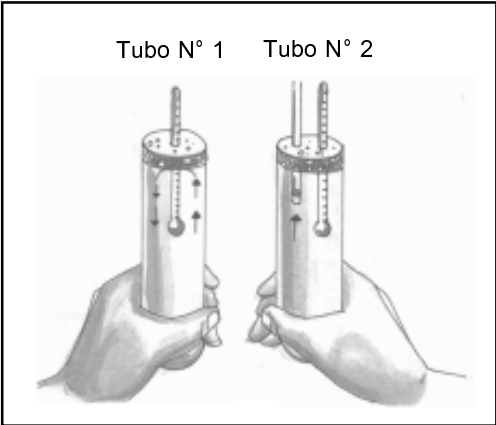
-----

-----

-----

Ahora realizarás una experiencia muy sencilla:

- Toma dos tubos de ensayo limpios y secos.
- Tapa al tubo N° 1 con un corcho horado (con un termómetro atravesado).
- Tapa al tubo N° 2 con un corcho pero bihorado (huecos) a través del cual se pone un tubo capilar o sorbete (debe tener una gota de tinta en la parte inferior) en uno de los orificios y un termómetro en el otro.
- Sujetas con una mano a cada tubo y calentarlo por 20 minutos.



**Luego de observar el resultado, contesta:**

*¿Se produjo algún cambio en los tubos equipados?*

-----

*¿Qué función cumplen las manos en esta experiencia?*

-----

*¿Qué se demuestra con esta experiencia?*

-----

Como has observado, en ambos tubos de ensayo el volumen y la presión son constantes, la diferencia radica en que en el tubo # 1 no se observa la presencia del trabajo (movimiento) porque está cerrado, pero en el tubo # 2 se observa el movimiento de la burbuja de tinta que sube por el efecto de la temperatura y la presión interna. Ahora sintetizamos los cambios en ambos tubos a través del siguiente cuadro:

Tubo N° 1	Tubo N° 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene un volumen fijo</li> <li>• Sobre él no se puede realizar trabajo</li> <li>• Todo el calor que recibe lo convierte en energía interna del aire confinado en su interior (E).</li> <li>• La temperatura interna es mayor al del Tubo N° 2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene una burbuja de tinta movible</li> <li>• El aire caliente hace que suba la burbuja de tinta, es decir se realiza trabajo.</li> <li>• La <math>E_2</math> será igual a la energía interna 1 menos la energía utilizada para realizar el trabajo (W)</li> <li>• La temperatura interna (aire) es menor a la temperatura del Tubo N° 1.</li> </ul>

Por lo tanto:

$$E_1 = E_2 + W$$

Es decir parte del calor interno de 2 se gasta en el trabajo que realice el vapor para elevar la burbuja de tinta de allí, la diferencia de las temperaturas internas.

A partir de esta experiencia se puede enunciar la primera ley de la termodinámica.

*Cuando un sistema recibe calor, este puede transformarse en una cantidad igual de alguna otra forma de energía.*

Esta Ley fue enunciada por Robert Mayer en 1842 y precisada en 1847 por **Helmholtz**.

Un ejemplo práctico del cumplimiento de esta ley se observa en las máquinas a vapor, en las que parte del calor que se le suministra (carbón, leña) incrementa la energía interna del vapor y el resto se transforma en energía mecánica.

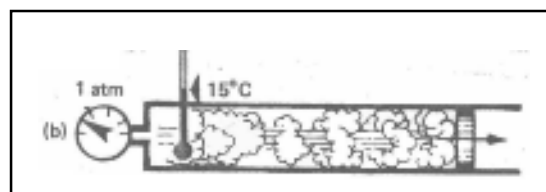
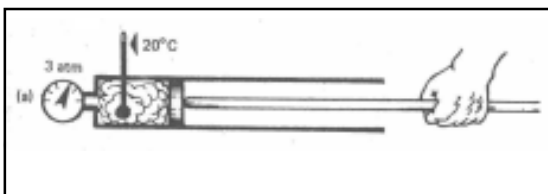
## 2.2 APLICACIONES DE LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

### 2.2.1 Procesos adiabáticos

Si tenemos un cilindro de paredes gruesas el cual no permite que ingrese ni salga calor, y comprimimos mediante un pistón de aire que se encuentra dentro, notaremos que la temperatura dentro del cilindro se incrementa, mientras que al expandir el pistón la temperatura disminuye.

*Cuando un gas sufre este tipo de transformación en el cual su sistema no intercambia calor con su medio, se denomina **Transformación adiabática**.*

En esta transformación el calor (Q) trae el valor cero (0).



### 2.2.2 Proceso isocórico:

En un recipiente de paredes gruesas que contiene un gas determinado, al que se le suministra calor, observamos que la temperatura y presión interna se elevan, pero el volumen se mantiene igual.

*Por lo tanto, si un sistema experimenta un proceso durante el cual el volumen permanece constante, el proceso se denomina **Isocórico**.*

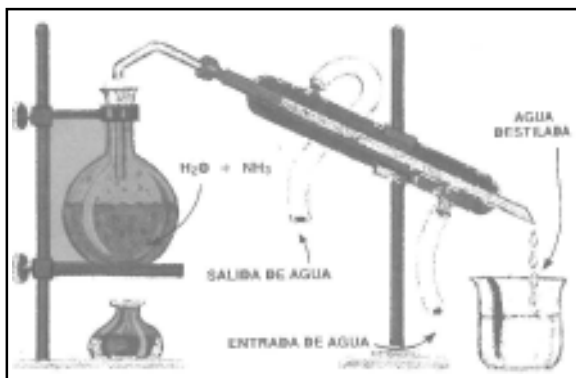
### 2.2.3 Proceso isotérmico:

Nuestro organismo no presenta diferencias de temperaturas entre diversas partes que lo constituyen, pese a los diversas reacciones bioquímicas que se realizan, por lo cual al mantener una temperatura constante se le atribuye como un sistema isotérmico.

*Por ello, si un sistema presenta temperatura constante, aun cuando supresión y volumen aumentan, se le denomina **proceso isotérmico**.*

### 2.2.4. Proceso isobárico:

En un proceso de destilación de agua como muestra la figura:



La temperatura y el volumen del agua varían mientras que la presión en este sistema se mantiene constante.

*El proceso isobárico es el que se produce cuando la presión del sistema es constante.*

Fuente: Química Humberto Mayor M.

*Ahora, cita un ejemplo de la vida cotidiana en la que se aprecie cada uno de los procesos aplicativos de la primera ley de la Termodinámica*

- ♦ Adiabático: -----
- ♦ Isocórico: -----
- ♦ Isotérmico: -----
- ♦ Isobárico: -----

### III. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

#### 3.1 SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Según la primera ley de la termodinámica, la energía térmica puede ser convertida en otras formas de energía y éstas pueden transformarse en energía térmica. En el proceso la energía no se crea ni se destruye. Pero en esta ley no se ponen restricciones a estos cambios.

La segunda ley sí establece límites para la cantidad de energía que puede obtenerse de un cuerpo caliente.

Se ha observado que siempre que la energía térmica se convierte en energía mecánica, alguna sustancia se enfría. Por tanto, cuanto mayor es el enfriamiento, mayor será la energía producida. A pesar que esto suena razonable, no es lo que ocurre.

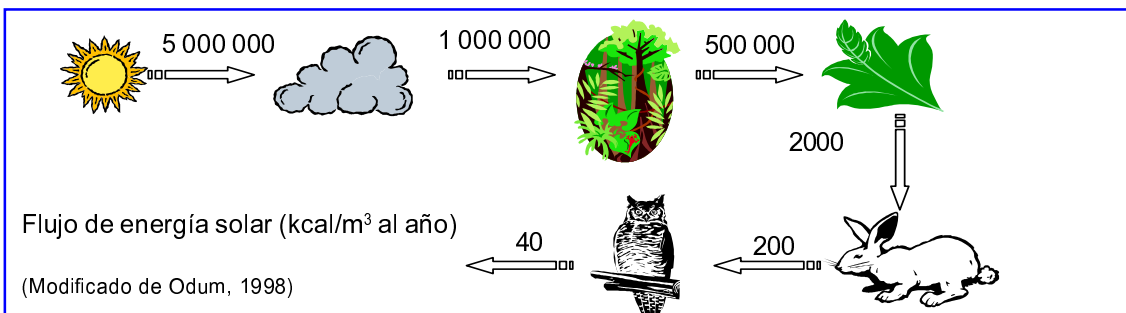
Por ejemplo: Cuando el vapor de agua está muy caliente, mucho más que sus alrededores, se enfría por sí solo. Si el enfriamiento ocurre en un cilindro con un pistón móvil, al dilatarse lo empujará y así se obtendrá algo de energía mecánica. Sin embargo, en cuanto el calor llegue a igualar la temperatura del medio circundante, el enfriamiento se detiene y se suspende la dilatación, cesando el suministro de trabajo mecánico. Si se quisiera enfriarlo más que su alrededor, habría que suministrarle energía del exterior, como ocurre en los refrigeradores que utilizan energía eléctrica para lograrlo.

La única manera para que la energía térmica pueda convertirse en energía mecánica es tener dos cuerpos a diferentes temperaturas. Entonces, el calor fluye espontáneamente del cuerpo caliente al frío hasta igualarse sus temperaturas, durante el proceso un poco de energía térmica puede transformarse en energía mecánica. No obstante, todo el calor no puede utilizarse para efectuar trabajo, porque es imposible bajar la temperatura hasta el cero absoluto. Por esta razón, las máquinas térmicas tienen, en general, un rendimiento menor del 50%.

La segunda ley de la Termodinámica, se expresa así: El calor fluye espontáneamente de los cuerpos calientes a los fríos y el proceso puede utilizarse para realizar trabajo.

*Las transformaciones de la energía, nunca tienen una eficiencia del 100%*

Un ejemplo de esta pérdida de energía se observa en la biósfera donde la energía emitida por el sol se disipa de la siguiente manera:



## 3.2 APLICACIONES DE LA TERMODINÁMICA

### 3.2.1 Motor de explosión

Conocido también como motor de combustión interna.

En un motor de combustión, en el espacio "C" se mezcla el combustible con el aire. El pistón (P) se mueve hacia abajo y la mezcla llena el cilindro.

Una vez que el pistón vuelve a subir, se produce una compresión de gas lo cual eleva la temperatura del sistema, ocurrido esto la bujía (V) produce una chispa que produce la explosión de la mezcla y la expansión del gas haciendo que el pistón baje. Los gases producidos salen del pistón repitiéndose todo el ciclo.

*¿El funcionamiento del motor de explosión qué tipo de proceso es?*

- a. *Adiabático*
- b. *Isobático*
- c. *Icórico*
- d. *Isotérmico*

*¿A que Ley de la Termodinámica se refiere?*

### 3.2.2 Máquina a vapor:

Fue construida por primera vez en 1770, por el científico escocés James Watt.

Esta máquina está conformada por una caldera que produce vapor a alta presión, penetrando así a un cilindro para empujar a un pistón que pone en rotación a una rueda que se encuentra conectada a él.

Cuando el pistón sube, se cierra la entrada de A y se abre la salida B, permitiendo que el vapor llegue a un condensador, así el pistón vuelve a su posición inicial. En ese momento se cierra la salida B y nuevamente ingresa vapor al abrir la entrada A, iniciándose nuevamente el ciclo.

*¿Cómo en una locomotora o máquina de vapor se aplica la segunda ley de la termodinámica? Explícalo*

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

#### **Sabías que...**

*Esta máquina fue utilizada inicialmente para mover molinos, pero luego se usó para mover locomotoras y barcos , así como dispositivos industriales, iniciándose de esta manera la revolución industrial*

### 3.2.3 Temperatura corporal

Los animales, a fin de mantener un equilibrio térmico que le permita cumplir sus funciones metabólicas óptimamente, se han adaptado al medio en el que viven.

Por ejemplo, los camellos que viven en el desierto han adaptado su organismo de tal manera que pueden soportar temperaturas muy elevadas y largos períodos sin agua. Esto se debe a tres factores importantes:

- La temperatura de su sangre, al estar privado de agua, puede ser de 34°C en el amanecer y de 40,5°C en el calor sofocante.
- Su pelaje es aislante.
- Transpira sólo cuando la temperatura corporal llega a los 40,5 °C
- Otro ejemplo de adaptación es lo que ocurre con las vicuñas.

Las vicuñas han adaptado su cuerpo para no perder calor, debido a que vive en lugares fríos, por lo que está cubierta por una fibra de lana muy fina que cubre su cuerpo.

En ambos casos se conserva la temperatura del sistema, aún cuando las condiciones del medio sean de temperaturas extremas, manteniendo el equilibrio térmico.

*Ahora, menciona otros ejemplos de adaptación a la temperatura:*

-----

-----

*Y en el caso del ser humano, ¿cómo se produce y conserva la temperatura corporal?*

-----

-----

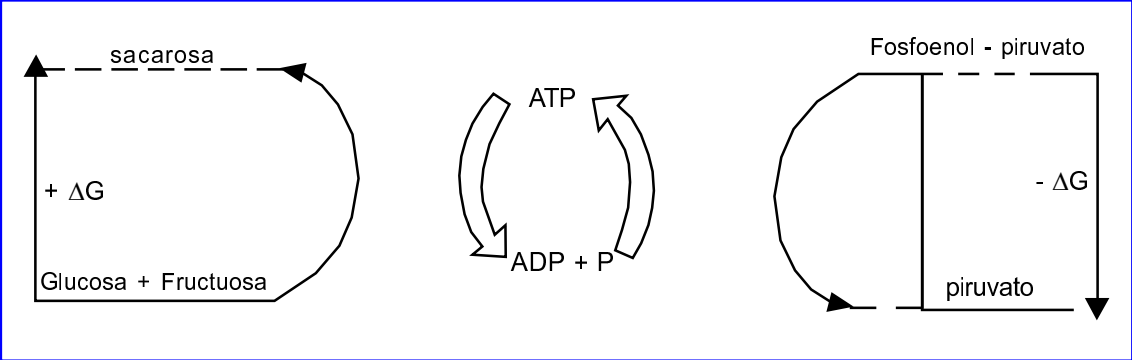
### 3.2.4 Acoplamiento energético

La síntesis de sustancias complejas a partir de moléculas simples, conllevan a un aumento de la energía interna del sistema, aprovechando que otros sistemas pierdan energía.

Partimos así del principio que dice:

Las reacciones exérgicas pueden impulsar procesos endérgicos. Esto se denomina **acoplamiento energético**.

*Ejemplo:* Tenemos el proceso endérgico de la formación de la sacarosa que recibe energía del proceso de formación del piruvato en la glicólisis, según el siguiente esquema.





**Ahora, responde a las siguientes preguntas:**

*Mencione un ejemplo de cada aplicación de la segunda ley de la Termodinámica:*

-----

-----

-----

### **3.3 TERMODINÁMICA Y LA CONTAMINACIÓN TÉRMICA**

La actividad industrial utiliza como fuentes energéticas al carbón, petróleo y gas, —además, ahora último, la fusión nuclear— produciendo un trabajo sobre los generadores eléctricos y calor o energía no útil, que se expande en el ambiente, alterando principalmente su temperatura (clima) y destruyendo los ecosistemas existentes.

Así, por ejemplo, las grandes industrias, como la fundición, consumen gran parte de la energía que un país produce, porque sus hornos deben fundir a altas temperaturas, superando los miles de grados centígrados. Pero, fatalmente, gran parte de la energía que se produce no se invierte en la fundición sino se pierde en el ambiente.

En nuestro medio, las principales industrias que contribuye con la contaminación térmica son la cervecera, la elaboración de ladrillos, la pasteurización de la leche, etc.

Finalmente, ante este problema, el ahorro de energía y el desarrollo de tecnología más eficiente son las mejores alternativas para conservar con buena salud a nuestro planeta.

**Ahora te invitamos a investigar**

*¿Qué acciones concretas se pueden realizar en los centros educativos para evitar la contaminación térmica?*

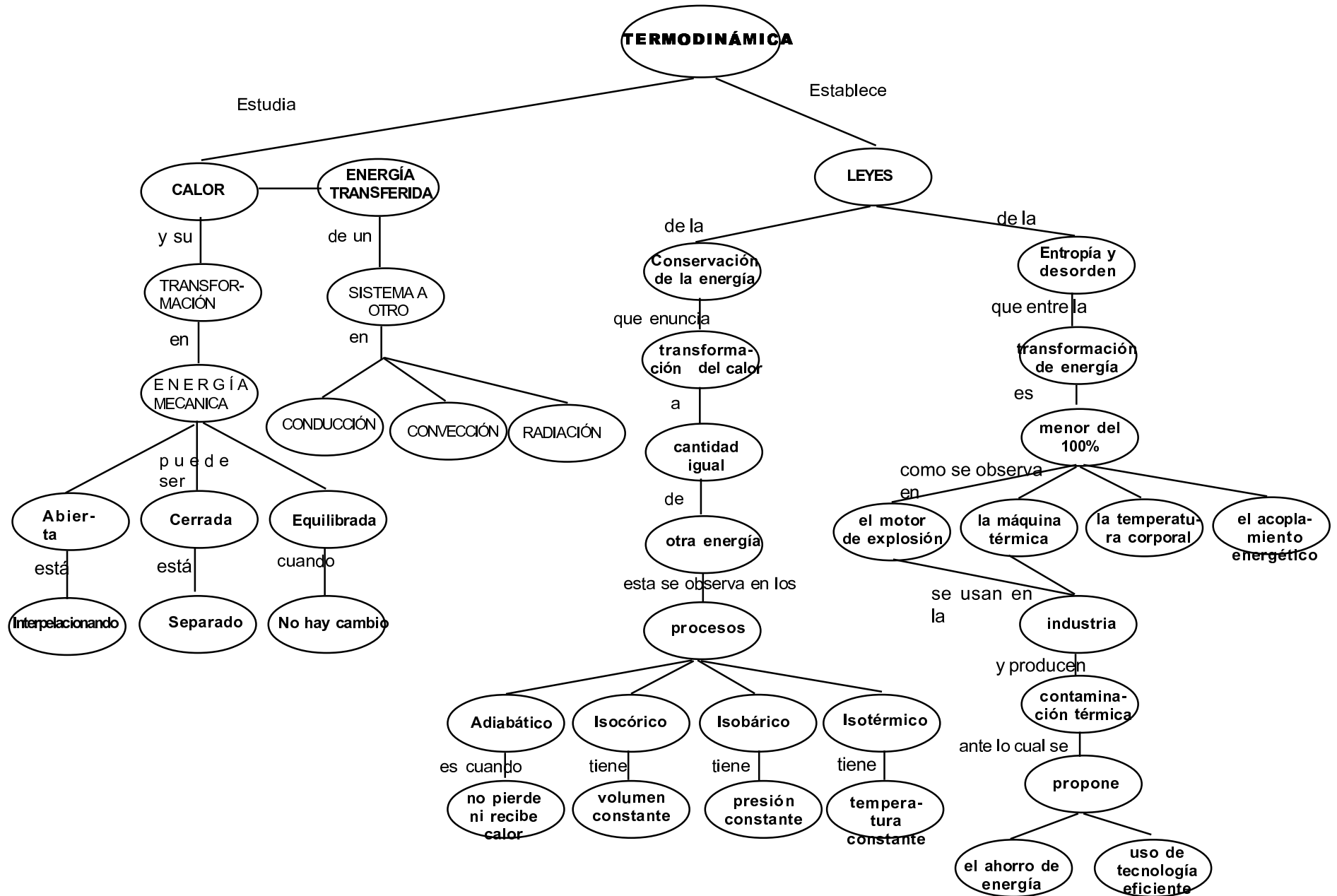
-----

-----

-----

-----

-----



## AUTOEVALUACIÓN

1. El globo aerostático se desplaza porque: \_\_\_\_\_
2. Las células de nuestro cuerpo son sistemas: \_\_\_\_\_ porque \_\_\_\_\_
3. La capacidad calórica es mayor en \_\_\_\_\_ y menor en \_\_\_\_\_  
a) hielo – arena                      b) vidrio – madera  
c) agua – tierra                      d) arena – metal
4. El calor necesario para que la materia pase de un estado a otro se denomina.  
a) calor específico                      b) calor Latente  
c) calor de vaporización              d) calor de fusión.
5. La condición se realiza mejor en los campos \_\_\_\_\_ y la convección se realiza mejor en los cuerpos \_\_\_\_\_
6. A que hora prefieres bañarte en la piscina por que \_\_\_\_\_
7. La primera ley de la termodinámica es la expresión de la ley \_\_\_\_\_
8. Las condiciones para que un proceso sea adiabático son \_\_\_\_\_
9. La relación entre la segunda ley de la termodinámica y el flujo del calor es \_\_\_\_\_
10. La contaminación térmica se produce por \_\_\_\_\_
11. Para contrarrestar la contaminación térmica, tú puedes: \_\_\_\_\_

## GLOSARIO

- 1. Colisiones:** Choques de dos cuerpos
- 2. Fluído:** Son los cuerpos cuyas moléculas tienen, entre sí, poca fuerza de cohesión. Se conocen a los líquidos y gases como fluidos.
- 3. Isocórico:** Es cuando una sustancia permanece con su volumen constante
- 4. Isobárico:** Cuando dos lugares que están a igual presión atmosférica y superficie pasan por los puntos en que es igual la altura media barométrica.
- 5. Isotermico:** Es cuando un sistema mantiene su temperatura constante aunque varíen su volumen o presión.
- 6. Exergónico:** Reacción a la cual se libera energía y la energía libre es negativa.
- 7. Endergónico:** Reacción en la cual se absorbe energía por la cual la energía libre es positiva.
- 8. Sacarosa:** Es un hidrato de carbono extraído de la caña dulce.
- 9. Acoplamiento:** Unión de dos piezas o cuerpos de modo que ajustan exactamente.
- 10. Adiabático:** Cuerpo impenetrable al calor.
- 11. Conducción:** Transporte a propagación de energía calórica desde las partes de mayor a las de menor temperatura, por que las moléculas se mueven con mayor velocidad en el medio caliente y por choques transmiten parte de su energía a las moléculas próximas.
- 12. Convección:** Transporte de las moléculas de un fluido (líquido o gas) desde las regiones calientes a las frías.
- 13. Radiación:** Emisión por parte de ciertos cuerpos a consecuencia de su temperatura, se emite en forma de ondas electromagnéticas.
- 14. Aislante:** Cuerpo que incomunica o deja sólo (separa) dos cosas.

## RESPUESTAS

### 1.1 Experimento de la veleta

- a) El aire caliente se dirige de abajo hacia arriba, produciendo una corriente, lo que ocasiona que la veleta se mueva.
- b) Energía calórica
- c) Energía mecánica

### 1.3

- a) No, porque el calor es la energía transferida entre dos sistemas y que está exclusivamente relacionada con la diferencia de temperatura existente entre ellos; mientras que la temperatura es la medida que nos indica que tan caliente o frío está un objeto expresado por medio de un número que corresponde a una marca en una escala graduada.

• Conversiones:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5(^{\circ}\text{F}-32)}{9}$$

$$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$$

#### 1.3.1

- a) Hervirá primero la olla de la figura 1.
- b) Porque el recipiente de aluminio se ha enfriado más rápidamente que el contenido debido a que su capacidad calórica específica es menor que la del pastel.

#### 1.3.2

- a) No, porque el agua estuvo en un inicio a temperatura ambiente y marcaba el termómetro  $16^{\circ}\text{C}$ , pero al final marcaba  $100^{\circ}\text{C}$ , por efecto del calor.
- b) A los  $100^{\circ}\text{C}$  cuando eran los diez primeros minutos, luego la temperatura pese al calor presente no subía más y se mantuvo constante.
- c) En un inicio, el agua varía su temperatura, es decir sube en base al calor que se le adicione, luego cuando comienza a ebullición (cambiar de estado) esta temperatura se mantiene constante hasta el último tiempo marcado, por lo tanto, son directamente proporcionales en función del calor.

## A. Conducción

### 1.3.3

• Experiencia:

- a. La temperatura es mayor en el tubo envuelto con el papel de aluminio y la temperatura es menor en el tubo envuelto con la espuma sintética.
- b. Porque no todos ellos traen la capacidad de retener el calor de la sustancia a este caso el agua.

## B. Por convección

- a) Las partículas de aserrín se desplazan hacia arriba del recipiente.
- b) El calor provoca el desplazamiento del agua caliente conjuntamente con el aserrín.

## C. Por radiación

El calor irradiado por las brasas de carbón es suficiente para cocinar a los pollos porque esta energía calórica incrementa la energía interna de los pollos.

### 1.3.4

- a) Si bien no existe un límite superior para las temperaturas, podemos citar como los registros más altos de temperatura al que se produce durante la explosión de una bomba de hidrógeno que es igual a  $100\,000\,000^{\circ}\text{C}$ . Otro ejemplo de temperatura muy elevado es el que se calcula para el centro del sol que equivale a  $20\,000\,000^{\circ}\text{C}$ .
- b) La temperatura más baja se encuentra en el cero absoluto, el cual equivale a  $-273^{\circ}\text{C}$  o  $0^{\circ}\text{K}$ .

### 2.1

- a) La materia y la energía no se crea ni se destruye sólo se transforman.

Experimento:

- a. Si en el tubo 2 la gota de burbuja azul subió por la canícula.
- b. Las manos calientan el aire comprimido que está en los tubos.
- c. Se demuestra que la energía se puede transformar, así pues el aire al moverse (viento) se transformó en energía mecánica.

### 3.1

- a. Adiabático
- b. A la primera ley de la termodinámica.

3.2.2 Las máquinas de vapor al efectuar un ciclo de funcionamiento no puede transformar todo el calor que absorbe en trabajo mecánico, por lo cual cede al medio extremo parte del calor lo cual confirma la segunda ley de la termodinámica que sostiene que la eficiencia o rendimiento de una máquina es inferior al 100%.

### 3.2.3

- a) El oso polar, los sapos y ranas, etc.
- b) La temperatura corporal del ser humano se regula a través de la sudoración, piel y sus glándulas anexas, y el tiritar (movimiento muscular). Es propicio aclarar que el agua constituye el regulador térmico de los vertebrados de sangre caliente como los seres humanos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVARENGA, B. y RIVEIRO, A. *Física General*. México: Editorial Harla, 1981.
- ENCICLOPEDIA ENCARTA. *Enciclopedia Electrónica*. Estados Unidos, 1999
- ENCICLOPEDIA SALVAT. *Ciencia*. España: Salvat Editores, 1986.
- FERNANDEZ, M, MINGO, B, y otros. *Ciencias Naturales*. GAIA-3. España : Editorial Vicens Vives, 1998.
- GRUPO CLASA *Enciclopedia Estudiantil de las Ciencias: Naturaleza, Materia y Energía*. Argentina: Cultura Librería americana, 1995.
- HEWITT, PAUL. *Física Conceptual*, Estados Unidos : Addison Wesley Iberoamericana, 1995
- MAC DONALD – DESMOND. *Física para las ciencias de la vida y la salud*. Estados Unidos: Fondo Educativo Interamericano, 1979.
- SERWAY, Raymond. *Física* (Tomo II) traducido por Gabriel Nogore. México, 1997.
- UNESCO *Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias*. Argentina Editorial Sudamericana, 1961.
- LEHNINGER, ALBERT *Bioenergética*. Estados Unidos: Fondo Educativo Interamericano, 1975.