

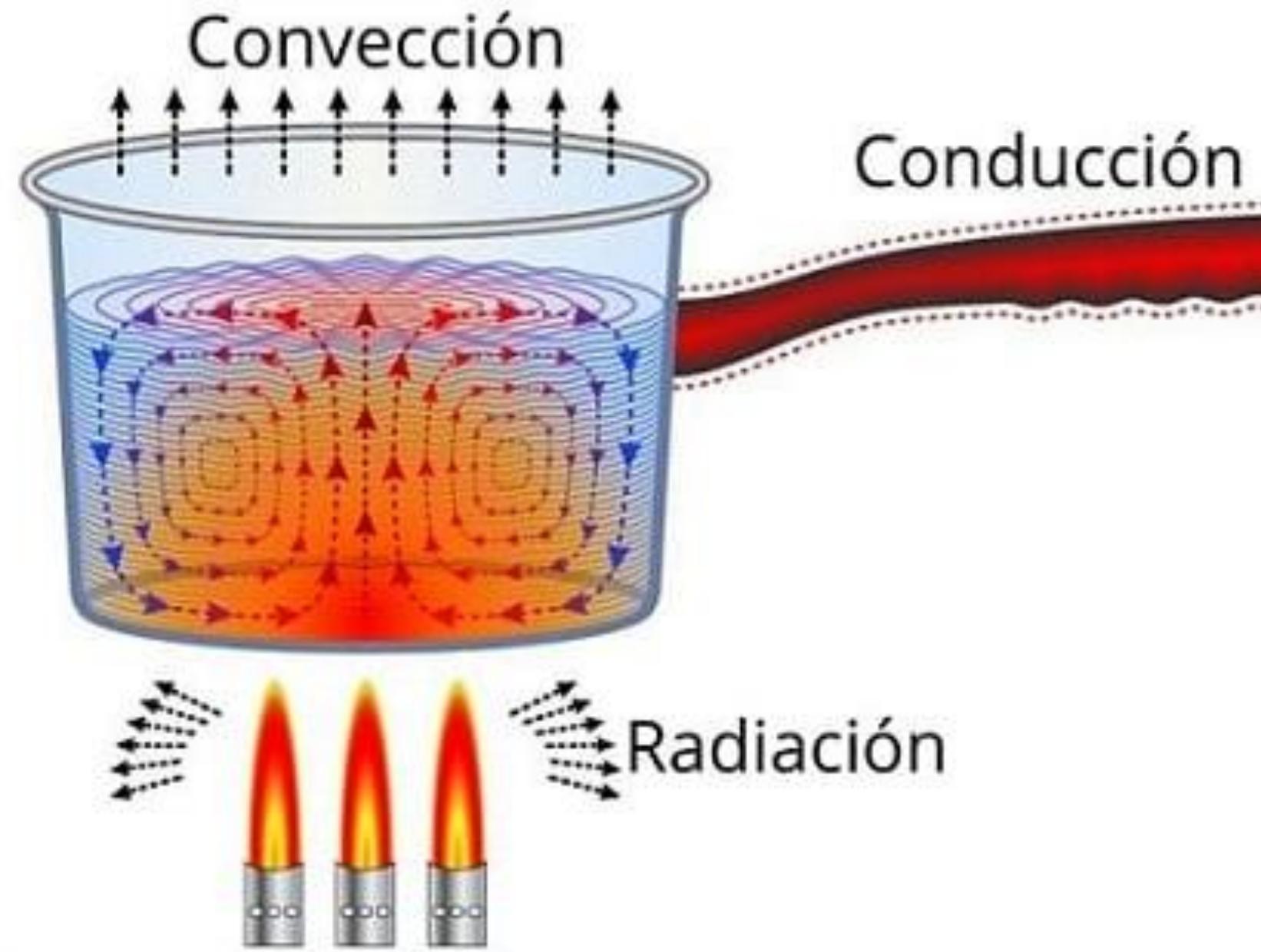


# INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA

Ing. Ind. Darwin Santiago Aldás

# DEFINICIONES BÁSICAS

# Energía térmica



- **ENERGÍA**

- *Es la magnitud física asociada a la posibilidad de cambiar de estado un sistema.*

- Existen diferentes formas de energía:

- Energía mecánica (cinética o potencial)

- Energía térmica (calor)

- Energía química

- Energía solar

- Energía eléctrica

- Energía nuclear ( fusión o fisión nuclear )

# ENERGÍA

## CONVERSIÓN DE UNIDADES

	J	kWh	TEP	cal	BTU
J	1	$278 \cdot 10^{-9}$	$24 \cdot 10^{-12}$	0,24	$0,95 \cdot 10^{-3}$
kWh	$3,6 \cdot 10^6$	1	$0,086 \cdot 10^{-3}$	$0,86 \cdot 10^6$	3412,14
TEP	$41,868 \cdot 10^9$	11.630	1	$10 \cdot 10^9$	$39,7 \cdot 10^6$
cal	4,1868	$1,163 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-9}$	1	$3,97 \cdot 10^{-3}$
BTU	1.055,06	$0,29 \cdot 10^{-3}$	$25,2 \cdot 10^{-9}$	252	1

- Una caloría es la cantidad de calor necesario para elevar de 14,5°C a 15,5°C la temperatura de 1g de agua destilada a presión de 1atm.
- La tonelada equivalente de petróleo (TEP) es la energía obtenida de la combustión de 1000kg de petróleo (es una unidad aproximada debido a las distintas calidades del mismo).

# ENERGÍA

El origen de todas las formas de energía, a excepción de la mareomotriz, geotérmica y nuclear, es o ha sido el Sol...

## FUENTES DE ENERGÍA

### **NO RENOVABLES**

- Recursos fósiles (carbón, petróleo, gas)
- Uranio (energía nuclear)

### **RENOVABLES**

- **Solar**
- *Eólica*
- *Hídrica*
- *Biomasa*
- *Geotérmica, mareomotriz*

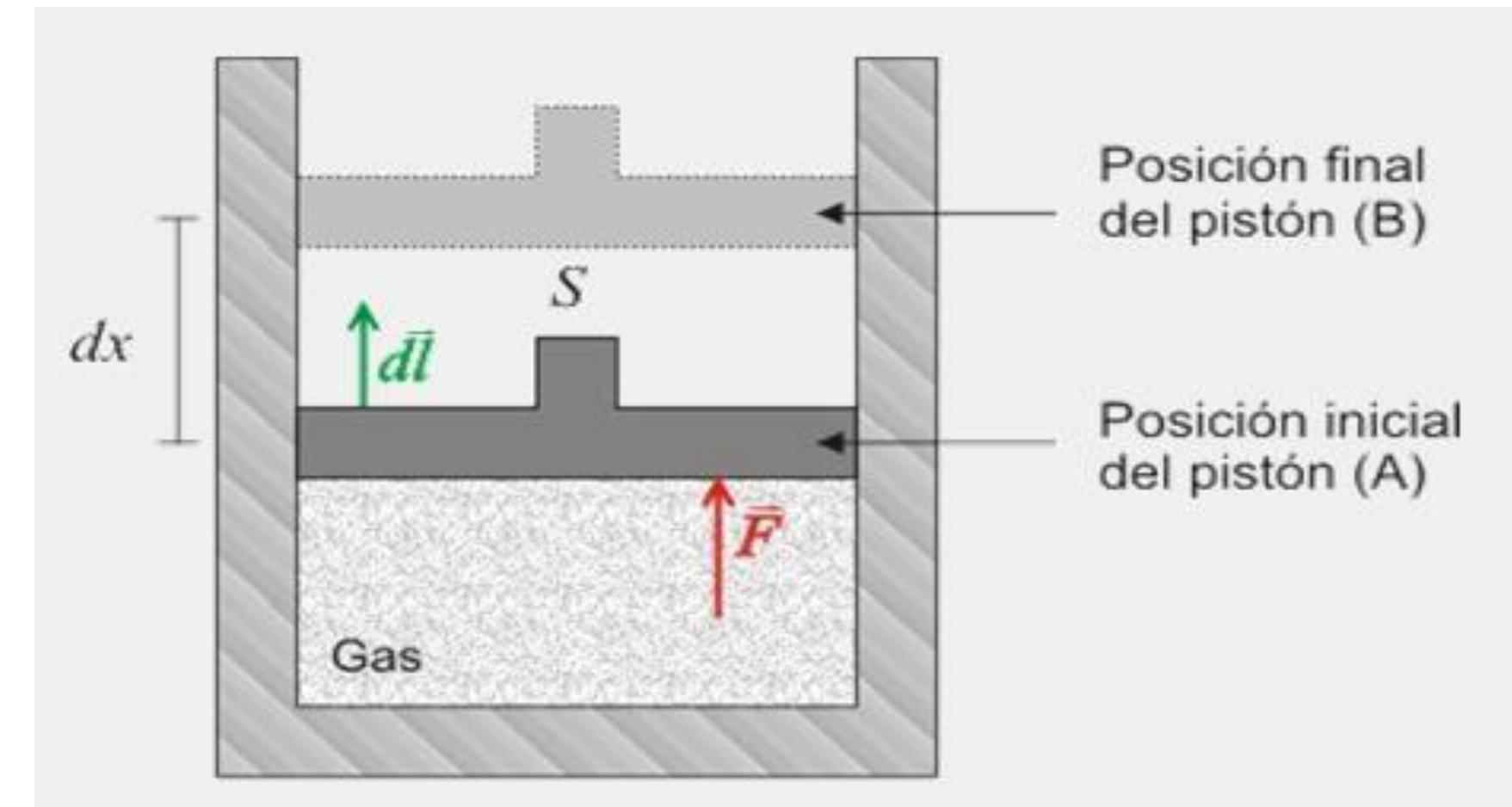
## VECTORES ENERGÉTICOS

- Energía eléctrica
- Hidrógeno
- Combustibles/Biocombustibles
- Baterías, etc.

## TRABAJO Y POTENCIA

El **TRABAJO** que realiza una fuerza ( $\vec{F}$ ) que actúa sobre un cuerpo para alterar su estado de movimiento, provocando un diferencial de desplazamiento ( $d\vec{r}$ ), se calcula como:

$$W = \vec{F} \cdot d\vec{r} [J]$$



La **POTENCIA** es la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo [ $W$ ].

$$P=W/t$$

## **TERMODINÁMICA**

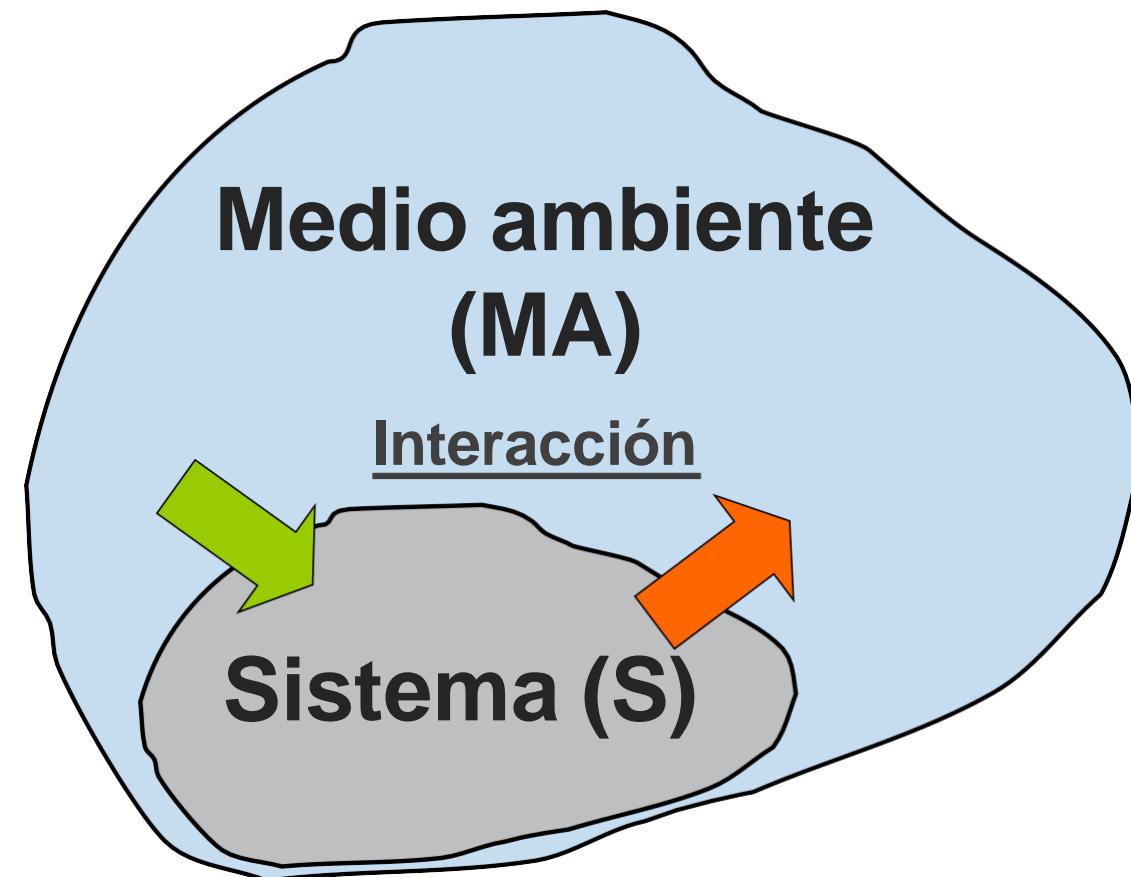
Es una ciencia fenomenológica (experimental) basada en ciertos principios (Leyes de la Termodinámica) que son generalizaciones tomadas de la experiencia. Estas leyes definen cómo tienen lugar las transformaciones de energía.

Es una la ciencia que ***estudia la energía y sus transformaciones***. Específicamente, ***estudia los cambios que se producen en el estado de un sistema como consecuencia de la transferencia de energía entre el mismo y su entorno***.

## **SISTEMA TERMODINÁMICO**

Es una porción del universo que es **objeto de estudio**, delimitada por una superficie real o imaginaria.

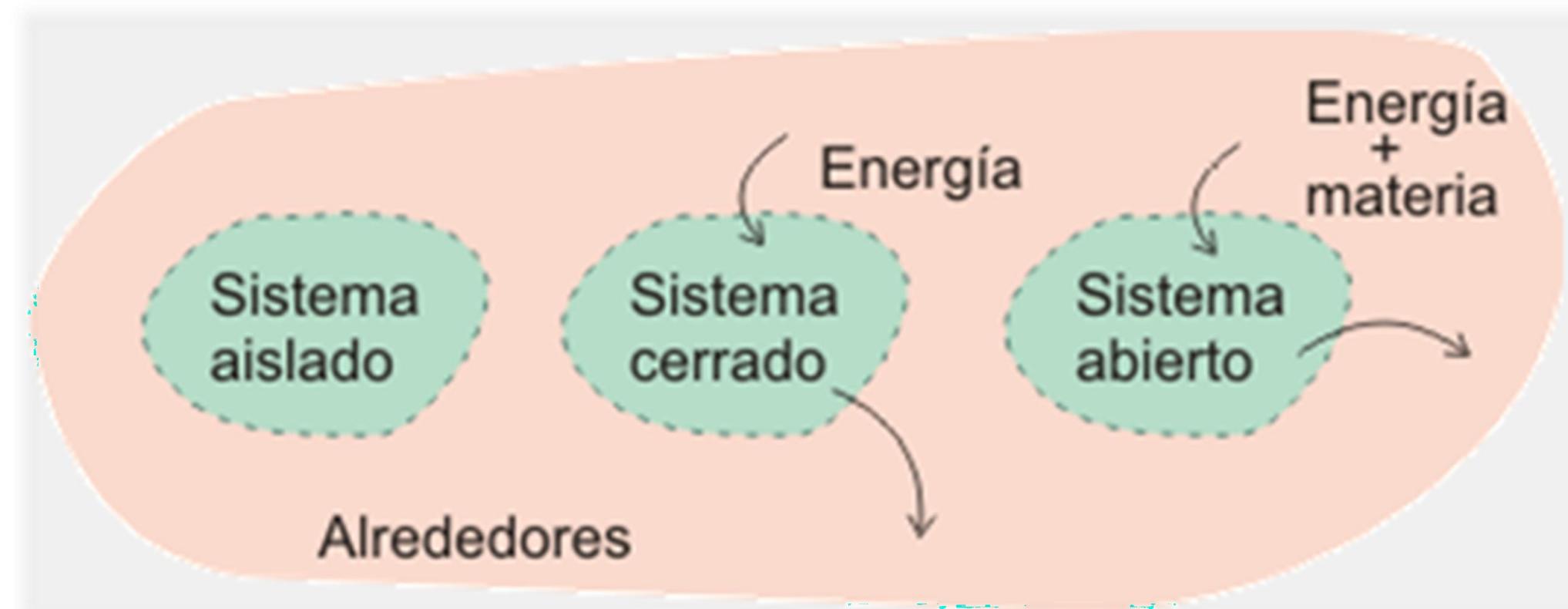
*Por ejemplo, el aire contenido dentro de un cilindro.*



# SISTEMA TERMODINÁMICO

Un sistema termodinámico puede ser:

- ✓ **Abierto:** puede intercambiar masa y/o energía con el exterior.
- ✓ **Cerrado:** puede cambiar solamente energía con el exterior.
- ✓ **Aislado:** no puede intercambiar ni masa ni energía con el exterior.



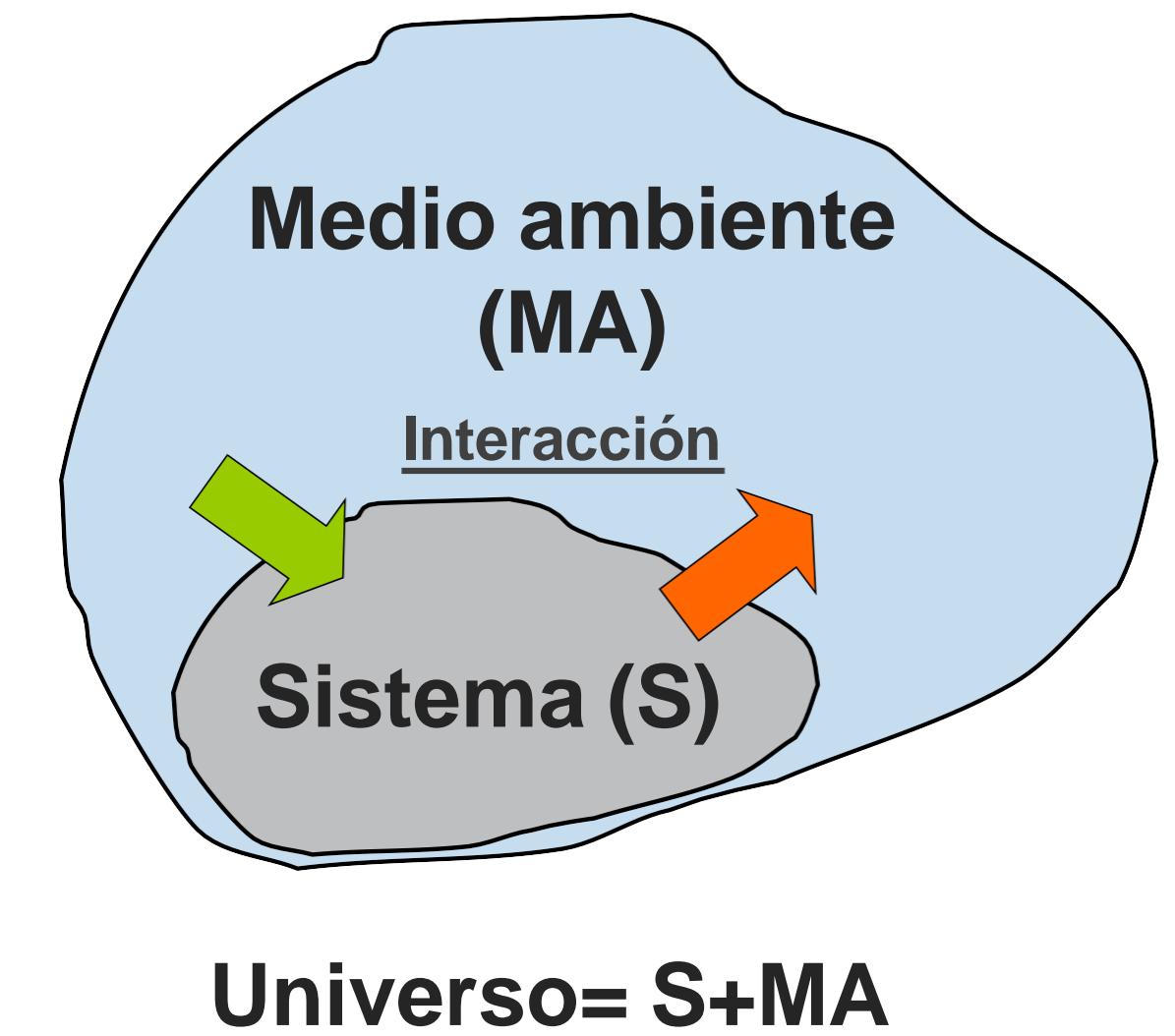
## VARIABLES MACROSCÓPICAS

La **Termodinámica** adopta una **descripción macroscópica** del sistema: no hace hipótesis sobre la estructura microscópica.

La descripción del sistema se hace mediante un conjunto de **parámetros relevantes mensurables** (propiedades medibles).

Por ejemplo, el aire contenido dentro de un cilindro:  $V$ ,  $P$ ,  $T$ ,  $C$  (composición del gas).

El conjunto de los valores numéricos de los parámetros relevantes en un instante dado definen el **estado del sistema termodinámico**.



## **VARIABLES DE ESTADO**

Las variables termodinámicas o **VARIABLES DE ESTADO** son las magnitudes que se emplean para describir el estado de un sistema termodinámico.

Para un gas,

- ✓ Presión (P)
- ✓ Volumen (V)
- ✓ Temperatura (T)

Una **FUNCIÓN DE ESTADO** es una propiedad de un sistema termodinámico que depende del estado del sistema, y **no depende del proceso que realiza el sistema para pasar de un estado a otro**.

## **EQUILIBRIO**

Cuando un sistema está aislado y se lo deja evolucionar a lo largo del tiempo, se observa que tanto la presión como la temperatura se mantienen constantes en todos los puntos del sistema. En esta situación, se dice que el sistema está en **equilibrio termodinámico**.

Cuando un sistema no está aislado, el equilibrio termodinámico se define en relación con los alrededores del sistema. Para que un sistema esté en equilibrio, los valores de las variables que describen su estado deben tomar el mismo valor para el sistema y para sus alrededores.

El **equilibrio térmico** se logra cuando la temperatura del sistema es la misma que la del medio.

El **equilibrio mecánico** se logra cuando la presión del sistema es la misma que la del medio.

## **ENERGÍA INTERNA**

La **ENERGÍA INTERNA (U)** (*función de estado*) es la magnitud que designa la energía almacenada por un sistema de partículas. La energía interna es el resultado de la contribución de la energía cinética de las moléculas o átomos que lo constituyen, de sus energías de rotación, traslación y vibración, además de la energía potencial intermolecular debida a las fuerzas de interacción (electromagnético, nuclear).

$$U = E_{\text{cinética}} + E_{\text{potencial}}$$

La **TEMPERATURA** (*variable de estado*) es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico. Representa el grado de agitación promedio de las partículas que componen dicho sistema (energía cinética promedio de las moléculas).

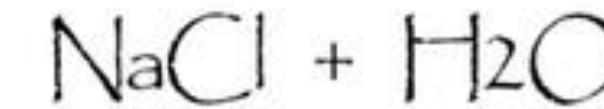
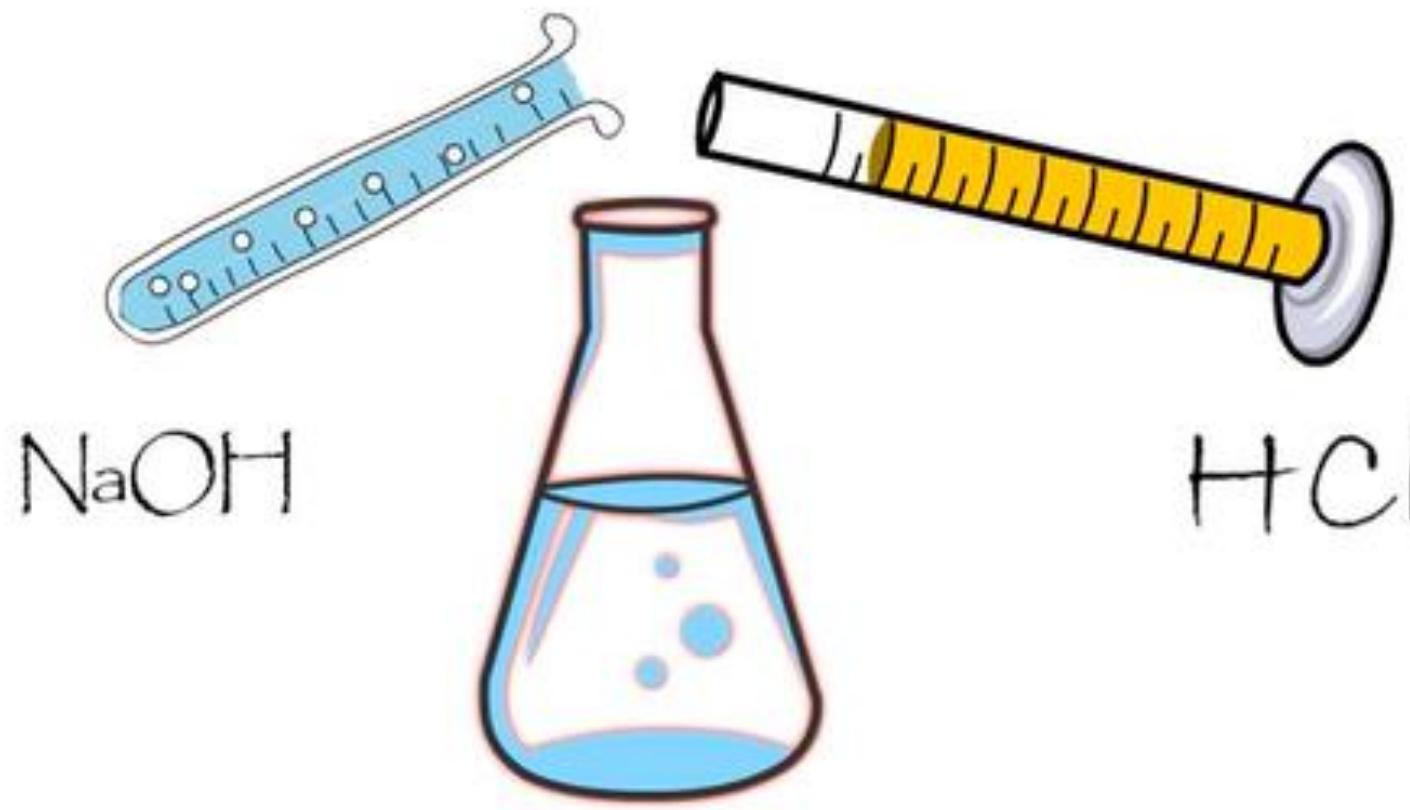
# ENTALPÍA

- La **entalpía (H)** es una propiedad termodinámica que describe el contenido total de energía de un sistema. Esta energía incluye tanto la **energía interna** del sistema como la energía asociada con el **trabajo realizado debido a su volumen y presión**.

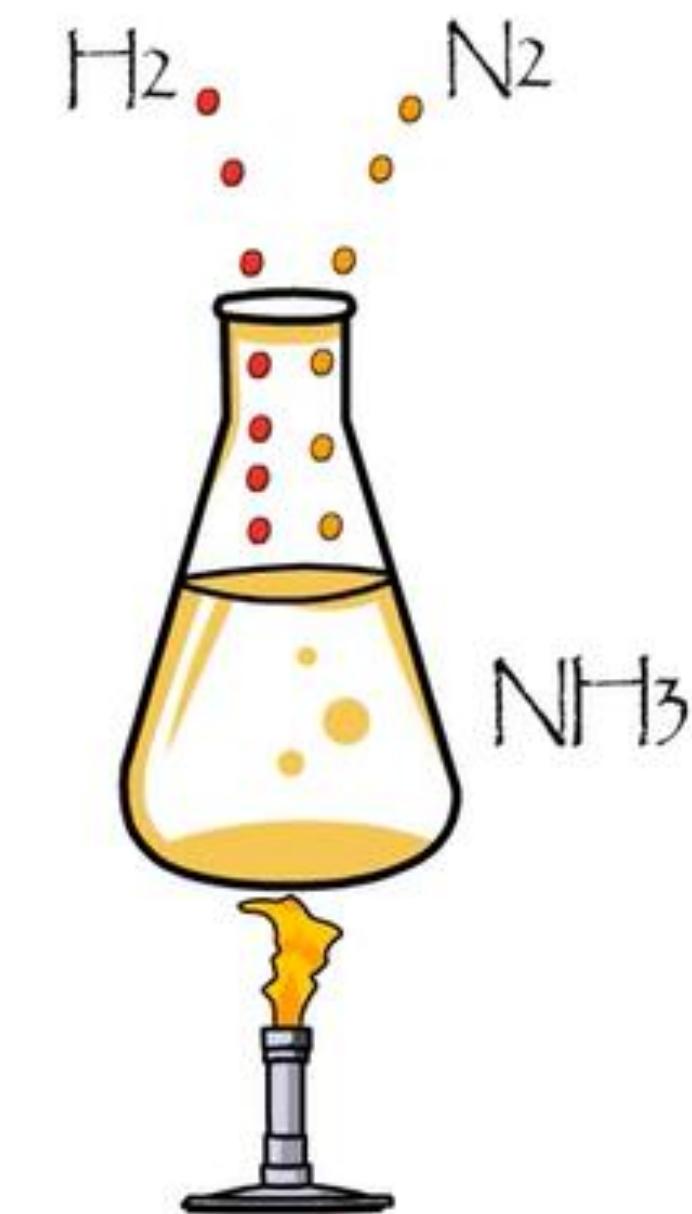
La entalpía es especialmente útil en **procesos a presión constante**, ya que facilita el cálculo del **calor transferido** en esos procesos, sin necesidad de descomponer todo el proceso en términos de trabajo y calor por separado.

# ENTALPIA

LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE UN SISTEMA INTERCAMBIA CON SU ENTORNO A PRESIÓN CONSTANTE



EXOTÉRMICAS



ENDOTÉRMICAS

# Fórmula de la Entalpía

La fórmula general de la entalpía es:

$$H = U + PV$$

Donde:

- $H$  es la entalpía (en Joules, J).
- $U$  es la energía interna del sistema (en Joules, J).
- $P$  es la presión del sistema (en Pascales, Pa).
- $V$  es el volumen del sistema (en metros cúbicos, m<sup>3</sup>).

## Aplicación de la Entalpía

**Calor en procesos a presión constante:**  
En un proceso a **presión constante**, el calor absorbido o liberado es igual al cambio de entalpía



**Reacciones químicas:** En una reacción química a **presión constante**, el **cambio de entalpía** se utiliza para determinar si la reacción es **exotérmica** (libera calor) o **endotérmica** (absorbe calor).



En un **como la fusión o vaporización**, la entalpía se usa para calcular la **cantidad de calor** necesaria para que ocurra el cambio, sin que haya un cambio en la temperatura del sistema.



En sistemas como **máquinas térmicas o compresores**, la entalpía ayuda a determinar el trabajo realizado en los **procesos de expansión o compresión** de los fluidos.

## Ejercicio 1: Cálculo de Entalpía en un Gas Ideal a Presión Constante

Imagina que tienes un gas ideal que se expande a presión constante en un volumen de  $V = 0.5 \text{ m}^3$ , y la presión es  $P = 2 \text{ atm}$  (que es aproximadamente  $202650 \text{ Pa}$ ).

Supón que el gas absorbe **2000 J de calor** durante el proceso. Queremos calcular el cambio de entalpía  $\Delta H$ .

**Solución:**

En un proceso a presión constante, el cambio de entalpía es igual al calor absorbido:

$$\Delta H = Q_P$$

Por lo tanto:

$$\Delta H = 2000 \text{ J}$$

**Respuesta:** El cambio de entalpía es **2000 J**.

## Ejercicio 3: Cálculo de Entalpía de Vaporización

Supón que tienes 1 kg de agua a 100°C. La entalpía de vaporización del agua a 100°C es 2260 kJ/kg.

Queremos calcular la cantidad de calor necesario para vaporizar el agua.

**Solución:**

Usamos la fórmula de calor:

$$Q = m \cdot \Delta H_{\text{vaporización}}$$

Donde:

- $m = 1 \text{ kg}$
- $\Delta H_{\text{vaporización}} = 2260 \text{ kJ/kg}$

Sustituyendo:

## CALOR

El **CALOR** es la energía transferida de un sistema a otro (o de un sistema a sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura entre ellos.

El calor que absorbe o cede un sistema termodinámico no es una función de estado, ya que **depende del proceso que realiza el sistema para pasar de un estado a otro.**

## **RELACIÓN ENTRE CALOR Y TEMPERATURA: CALOR SENSIBLE**

La expresión que relaciona la cantidad de calor que intercambia una masa ( $m$ ) de una cierta sustancia con la variación de temperatura ( $\Delta t$ ) que experimenta viene dada por:

$$Q = m c \Delta t$$

Siendo  $c$  el calor específico de dicha sustancia [ $J/kgK$ ].

La energía absorbida/cedida por el sistema se emplea en **modificar la energía cinética** de las moléculas que constituyen el sistema, modificándose la energía interna. Por ese motivo se modifica la temperatura del sistema.

## **RELACIÓN ENTRE CALOR Y TEMPERATURA: CALOR LATENTE**

Una sustancia pura se puede presentar ene estado sólido, líquido o gaseoso. Para cambiar de estado debe absorber o ceder energía.

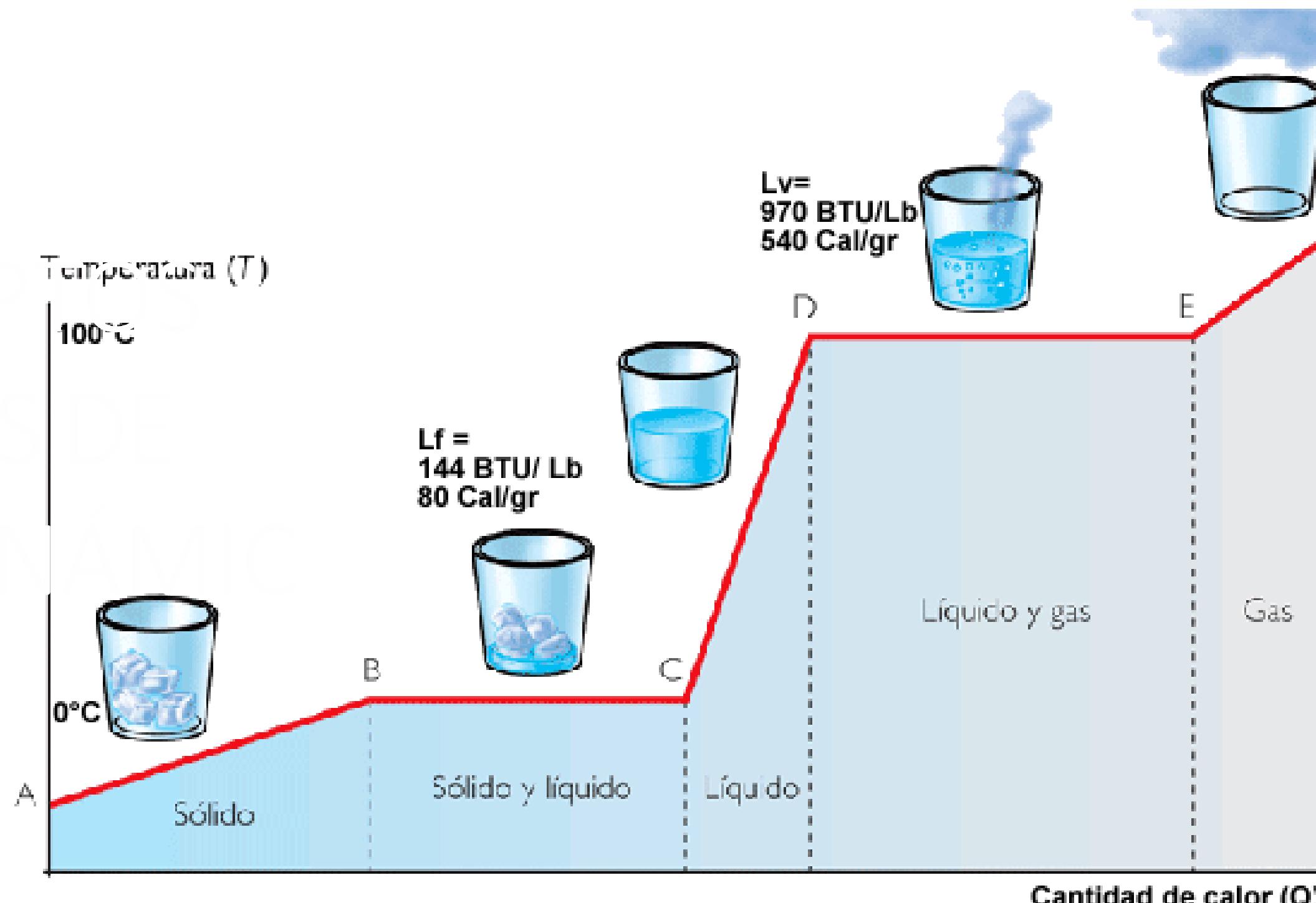
En este caso, la energía se emplea para **modificar la energía potencial** de interacción y **NO cambia la temperatura del sistema**.



La cantidad de calor que absorbe o cede una cantidad  $m$  de sustancia para cambiar de fase viene dada por:

$$Q = m L$$

# RELACIÓN ENTRE CALOR Y TEMPERATURA



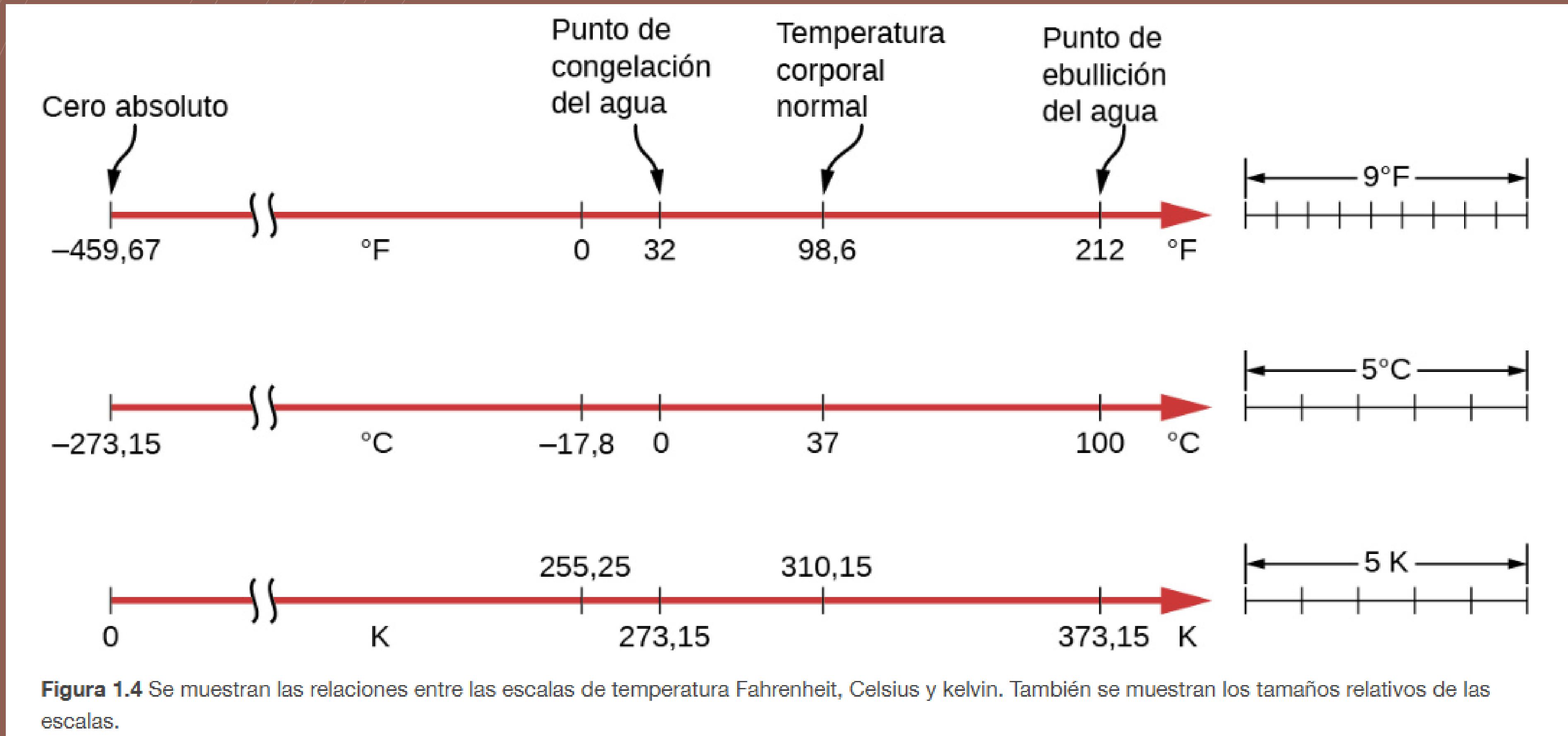
TEMPERATURA ABSOLUTA  $T[\text{Kelvin}]$

$$T [K] = 273,15 + t [{}^{\circ}\text{C}]$$

¿Qué es más probable?  
Que el hielo se derrita, o que el agua se congele?



# Escalas termométricas



<b>Para convertir de</b>	<b>Use esta ecuación</b>
Celsius a Fahrenheit	$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$
Fahrenheit a Celsius	$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$
Celsius a kelvin	$T_K = T_C + 273,15$
Kelvin a Celsius	$T_C = T_K - 273,15$
Fahrenheit a kelvin	$T_K = \frac{5}{9}(T_F - 32) + 273,15$
Kelvin a Fahrenheit	$T_F = \frac{9}{5}(T_K - 273,15) + 32$

**Tabla 1.1** Conversiones de temperatura