

Unidade didáctica 4. CALOR E TEMPERATURA

ÍNDICE DE CONTIDOS:

1. A ENERXÍA.....	2
FORMAS DE ENERXÍA.....	2
PROPIEDADES DA ENERXÍA.....	3
2. TRANSFORMACIÓNS DA ENERXÍA.....	4
3. UNHA FORMA DE ENERXÍA: A CALOR.....	4
CALOR E TEMPERATURA.....	4
4. MEDIDA DA TEMPERATURA.....	5
ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	5
5. FORMAS DE PROPAGACIÓN DA CALOR.....	8
6. MEDIDA DA CALOR.....	9
7. EFECTOS DA CALOR.....	11
DILATACIÓN.....	11
Dilatación anómala da auga.....	12
CAMBIOS DE ESTADO.....	13
Calor latente de cambio de estado.....	14
8. A CALOR E OS SERES VIVOS.....	15

A enerxía desempeña un papel esencial en todos os eidos da nosa civilización: na ciencia, na política, na economía, no deporte, na industria, na tecnoloxía, etc. Desde que nacemos ata que morremos dependemos do subministro continuo de enerxía en calquera das súas formas. Unha destas formas de enerxía é a calor.

A gran fonte de calor da Terra é o Sol, pero resulta difícil decatarse de que cada segundo 657 millóns de toneladas de hidróxeno se converten no Sol en 653 millóns de toneladas de helio, e que os restantes catro millóns de toneladas se transforman en enerxía liberada ao espazo, transmitíndose ao seu través por un espazo baleiro, é dicir, sen materia. A calor pódese transmitir tamén a través da materia modificando a temperatura dos corpos e producindo distintos efectos neles.

O estudo da calor e a temperatura, os seus efectos nos corpos e as consecuencias que producen nos seres vivos son os contidos principais desta unidade.

1. A ENERXÍA

A enerxía é un concepto familiar e un termo moi utilizado na linguaxe cotiá. Entendemos por enerxía: vitalidade, luz, calor, electricidade, capacidade para realizar un traballo. Descríbese de formas moi diferentes segundo o contexto no que se utilice (político, económico...) ou a disciplina que a estude (física, bioloxía, química, etc.) pero á hora de definila atopámonos con serias dificultades para conseguir facelo de xeito rigoroso.

Para comezar diremos que calquera cousa que ocorra ao noso arredor ou calquera tarefa que queiramos realizar necesita enerxía: queimar un papel, cambiar un caderno de lugar, golpear unha pelota, viaxar en coche, acender unha lámpada, quentar a comida, etc. O traballo realizado para cambiar dalgún xeito o que nos rodea pódese realizar gracias á enerxía.

Polo tanto, podemos definir a **enerxía** como a **capacidade dun corpo para realizar un traballo**.

Formas de enerxía

A enerxía pódese manifestar de diferentes formas, recibindo distintos nomes en cada caso:

➔ **Enerxía radiante.** Tamén se denomina enerxía luminosa ou solar, pola súa procedencia. Dela derivan a maioría das formas de enerxía que actualmente utilizamos.

➔ **Enerxía química.** É unha forma de enerxía relacionada directamente coa estrutura interna da materia. É a responsable de manter unidos os átomos que forman as moléculas.

➔ **Enerxía térmica.** Denominada máis familiarmente calor, moitas veces provén directamente da enerxía radiante. É consecuencia do movemento desordenado dos átomos e moléculas que constitúen a materia. En definitiva, é a que posúe un corpo cunha determinada masa por atoparse a certa temperatura.

➔ **Enerxía mecánica.** Forma de enerxía ligada ao movemento. Non depende nin da natureza nin da composición da materia senón da masa do corpo, da posición que este ocupe e do movemento que o corpo realice. Pode ser:

■ **Enerxía cinética:** É a enerxía que posúe un obxecto debido ao movemento que realiza.

■ **Enerxía potencial:** É a enerxía que ten un corpo polo feito de estar situado a unha determinada altura.

Por exemplo, un avión que se move a certa altura ten unha enerxía cinética que depende da masa do avión e da súa velocidade, e unha enerxía potencial que depende da masa, da gravidade e da altura á que estea situado.

➔ **Enerxía sonora.** É a transmitida polo son. Prodúcese sempre debido a unha vibración. Por exemplo, o son da corda dunha guitarra orixínase ao vibrar a corda.

➔ **Enerxía luminosa.** É a transmitida pola luz.

➔ **Enerxía eléctrica.** É un tipo de enerxía xerada por partículas cargadas electricamente, cando estas se encontran en estado de repouso ou de movemento nun circuíto eléctrico.

➔ **Enerxía nuclear.** É unha forma de enerxía que non ten como orixe o Sol senón as transformacións que teñen lugar no interior dos núcleos dos átomos.



Propiedades da enerxía

Aínda que a enerxía é algo que non podemos ver nin tocar, si somos capaces de detectar a súa presenza. Sen ela, acontecementos como a evolución dunha estrela, os fenómenos atmosféricos ou calquera das actividades que realizamos os seres humanos non serían posibles.

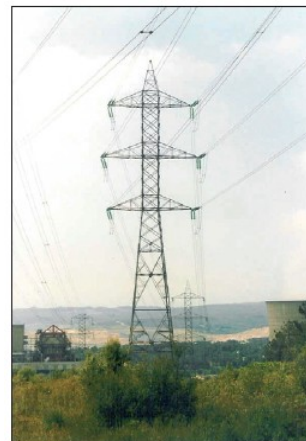
Mediante o estudo da enerxía podemos sacar proveito ás súas calidades, entre as que cabe destacar as seguintes:

- **A enerxía almacénase.** O carbón, o petróleo e o gas natural son almacéns de enerxía química. Esta enerxía química libérase en forma de enerxía térmica ao arder o combustible, o que se pode aproveitar para obter enerxía eléctrica nas centrais térmicas.

Outra forma de almacenar enerxía consiste en acumular auga en encoros. Esta enerxía potencial da auga encorada pódese transformar nas centrais hidroeléctricas en enerxía eléctrica.

Tamén podemos almacenar a enerxía non utilizada en depósitos, pilas, baterías, etc.

- **A enerxía pódese transportar.** Esta característica é ben coñecida no caso da enerxía eléctrica: obtida nas centrais eléctricas, pódese transportar a miles de quilómetros por medio de cables ata os centros de consumo. Tamén é habitual no mundo das telecomunicacións a enerxía radiante que se emite desde unha antena emisora e que é recollida polas antenas receptoras.
- **A enerxía transfírese.** Transferimos cantidades enerxéticas dun corpo a outro por medio da calor, da alimentación, do traballo.
- **A enerxía transfórmase.** Transformamos enerxía para diversificar o seu uso: eléctrica, térmica, química, mecánica, etc.
- **A enerxía consérvase.** En calquera proceso natural a enerxía transfórmase, pero non desaparece.



Esta propiedade pódese resumir no denominado “**principio de conservación da enerxía**” que afirma que **a enerxía do Universo non se crea nin se destrúe, senón que soamente se transforma.**

Así, por exemplo, cando coloquialmente se di que a enerxía dunha pila se consumiu ou esgotou, en realidade deberíase dicir que a enerxía que se atopaba almacenada na pila en forma de enerxía química se transformou noutra forma de enerxía: eléctrica, térmica, radiante, etc., segundo o uso que se fixera dela.

- **A enerxía degrádase.** Sempre se degrada unha certa cantidade de enerxía como consecuencia da súa utilización, de xeito que só unha parte da enerxía que se emprega se converte en enerxía útil. O resto pérdese en forma de calor.

En calquera transferencia de enerxía existe unha parte de enerxía útil e outra de enerxía degradada.

2. TRANSFORMACIÓNS DA ENERXÍA

Aproveitando esta calidade da enerxía é posible transformar calquera tipo de enerxía noutra forma de enerxía distinta. Os seguintes casos son exemplos de transformacións da enerxía.

- Os radiadores eléctricos que se instalan nos fogares producen calor consumindo electricidade. Polo tanto, transforman enerxía eléctrica en enerxía calorífica.
- As centrais térmicas xeran electricidade utilizando a calor desprendida polo carbón ao arder. Transforman enerxía química en calorífica, ao arder o combustible, e enerxía calorífica en enerxía eléctrica.
- Cando temos as mans frías, refregámolas unha contra a outra, e en pouco tempo quéntanse. Neste caso transfórmase enerxía mecánica en enerxía calorífica.
- Nun ventilador prodúcese a transformación da enerxía eléctrica en enerxía mecánica.
- Nos muíños de vento transfórmase enerxía eólica en enerxía cinética.

3. UNHA FORMA DE ENERXÍA: A CALOR

Sabemos que cando se poñen en contacto dous corpos a distinta temperatura, o corpo que está máis quente arrefríase e o que está máis frío quéntase, ata que ambos corpos alcanzan a mesma temperatura. Polo tanto, existe unha transferencia de enerxía do corpo quente ao corpo frío que fai que se iguallen as súas temperaturas. A enerxía transferida neste proceso é o que se denomina calor.

En consecuencia, podemos dicir que a **calor** é unha **forma de enerxía en tránsito que se transmite dun corpo a outro como consecuencia da diferenza de temperatura existente entre eles**. Se os dous corpos están á mesma temperatura non existe transferencia de calor.

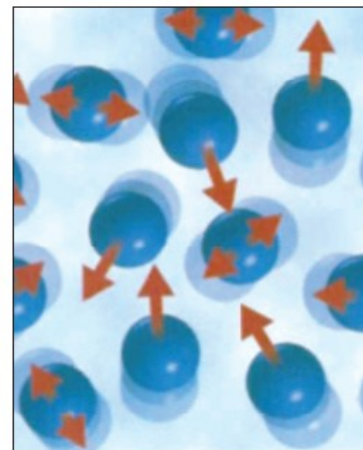
Na Terra a principal fonte de calor é o Sol. Outras fontes de calor son os **combustibles**, que son **todas aquelas substancias capaces de arder con desprendemento de luz e calor**. Os combustibles *poden ser*: sólidos, como o carbón ou a madeira; líquidos, como o petróleo ou a gasolina; e gases, como o butano, o propano, etc.

Calor e temperatura

A miúdo se confunden os conceptos de calor e temperatura debido a que ambos conceptos están relacionados, pero non son o mesmo:

- A **calor** é unha forma de enerxía que se pode transferir dun corpo a outro e transformarse noutro tipo de enerxía: mecánica, eléctrica, etc.
- A **temperatura** dun corpo é unha magnitude física relacionada coa enerxía cinética das partículas que o forman e que aumenta ou diminúe cando o corpo recibe ou cede calor, respectivamente.

As moléculas ou partículas que forman un corpo vibran e móvense polo que teñen unha enerxía cinética que depende da velocidade que acadan. Este movemento recibe o nome de **axitación térmica** e está relacionado coa temperatura do corpo: canto maior é a enerxía ou axitación térmica das partículas que o forman maior é a súa temperatura e, pola contra, se as partículas teñen pouca axitación a temperatura é baixa. Polo tanto a temperatura é a medida da axitación térmica das partículas dun corpo.



Cando se lle aporta calor a un corpo estáselle a proporcionar enerxía que se almacena no corpo en forma de enerxía cinética das partículas que o forman. Se puidésemos observalas poderíamos ver que se moven máis axiña: canto maior é a enerxía cinética destas partículas maior é a temperatura do corpo.

4. MEDIDA DA TEMPERATURA

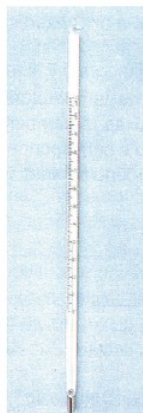
A temperatura é unha magnitude física moi utilizada na nosa vida cotiá: controlamos a temperatura do motor do coche, medimos a temperatura do noso corpo, a temperatura do forno cando cociñamos, a temperatura do aire, etc. O aparello que se utiliza para medir a temperatura é o **termómetro**.

O **funcionamento** dos termómetros baséase nalgún dos efectos que pode producir a calor nos corpos, por exemplo no feito de que todos os corpos se dilatan ao quentarse.

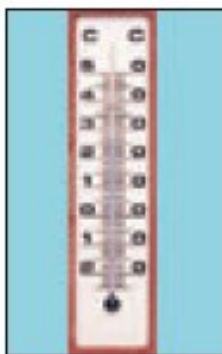
Os termómetros máis coñecidos son os baseados na dilatación dos líquidos, sendo o mercurio o líquido máis utilizado na súa fabricación. Un exemplo é o chamado termómetro clínico, que temos habitualmente na casa. Repara en que está graduado entre 35 °C e 42 °C, xa que a temperatura do corpo humano oscila entre estes dous extremos.

Os **termómetros de mercurio** son precisos, pero teñen o inconveniente de que cando se rompen o líquido vértese e resulta moi tóxico. Por iso se utilizan tamén os **termómetros de alcohol**.

Nos **termómetros electrónicos** non hai un líquido que se dilata senón que existe unha resistencia eléctrica cun valor que depende da temperatura. Así, ao variar a temperatura varía a cantidade de electricidade que pasa polo circuíto e isto tradúcese nos diferentes valores sinalados polo termómetro.



Termómetro de mercurio.



Termómetro de alcohol.



Termómetro dixital.

Escalas termométricas

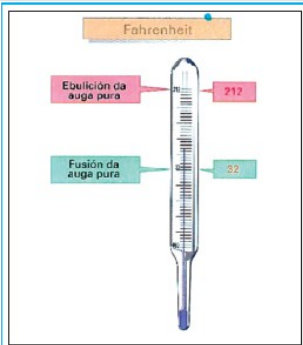
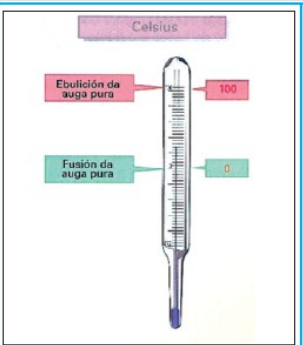
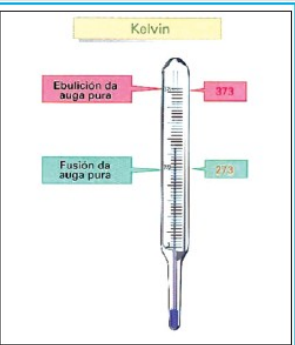
A **unidade de temperatura** que adoitamos utilizar é o **grao centígrado** ou **grao Celsius**, que representamos abreviadamente como **°C**, pero tamén existen o grao Fahrenheit (°F) e o grao Kelvin (°K). Cada un deles dá lugar a unha **escala de medida de temperaturas** chamada escala termométrica.

Cando nun termómetro fixamos dous puntos en coincidencia coa temperatura á que acontece un determinado fenómeno físico, por exemplo a temperatura de fusión do xeo e a temperatura de ebulición da auga, e entre ambos puntos facemos un determinado número de divisións iguais, cada unha destas divisións corresponde a un grao e, segundo o número de divisións que se fagan, obteremos distintas escalas termométricas.

As escalas termométricas máis utilizadas son a Celsius ou centígrada, a Fahrenheit e a Kelvin.

Tanto a escala Celsius como a Kelvin son escalas centígradas, é dicir, entre o punto de fusión e o de ebulición da auga hai exactamente 100 graos. Na escala Fahrenheit hai 180 graos e, polo tanto, non se trata dunha escala centígrada.

A escala Celsius é a máis utilizada en todo o mundo, pero nos países de orixe anglosaxón, Gran Bretaña, EE. UU., Canadá, etc., séguese a utilizar a escala Fahrenheit. No ámbito científico emprégase principalmente a escala Kelvin de temperaturas absolutas, xa que a súa unidade é a que corresponde ao Sistema Internacional.

		
Escala Fahrenheit	Escala Celsius ou centígrada	Escala Kelvin ou absoluta
A temperatura mídese en °F. Nesta escala, a temperatura de fusión do xeo é de 32 °F e a temperatura de ebulición da auga é de 212 °F. Polo tanto a diferenza entre ambos puntos é de 180 graos.	A temperatura nesta escala mídese en °C. Nesta escala a temperatura de 0 °C coincide coa temperatura de fusión do xeo e os 100 °C coa temperatura de ebulición da auga. Polo tanto a diferenza entre os dous puntos é de 100 graos.	A temperatura mídese en °K. Nesta escala a temperatura de fusión do xeo é de 273 °K e a temperatura de ebulición da auga de 373 °K. O valor de 0 °K corresponde á temperatura máis baixa que se pode alcanzar, chamada <i>cero absoluto</i>. A esta temperatura a axitación térmica das moléculas é nula.

Para calcular as equivalencias de temperaturas entre unha escala e outra utilízanse as expresións seguintes:

- A temperatura na **escala Fahrenheit** relaciónase **coa** temperatura na **escala Celsius**, a través da expresión seguinte:

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

é, dicir, C é a 100 (divisións da escala Celsius), como F - 32 é a 180 (divisións da escala Fahrenheit), sendo C e F as temperaturas correspondentes nas escalas Celsius e Fahrenheit.

- As temperaturas na **escala Kelvin** relaciónanse **coas** temperaturas na **escala Celsius** por medio da expresión seguinte: **K = C + 273**

ou tamén: **C = K - 273**

É dicir, para transformar unha temperatura expresada en graos centígrados a graos Kelvin é preciso sumarlle 273 graos, e para realizar a transformación inversa, restarlle 273 graos.

Actualmente non se coñece un límite para as temperaturas altas, pero si existe límite para as temperaturas baixas. A temperatura máis baixa que se pode alcanzar recibe o nome de **cero absoluto** e corresponde a 0 °K, é dicir, -273 °C. A esta temperatura as moléculas están totalmente en repouso, polo que a súa enerxía cinética ou axitación térmica é nula.

Para transformar temperaturas da **escala Fahrenheit á escala Kelvin** e á inversa, é dicir, da escala Kelvin á escala Fahrenheit, realízase primeiro a transformación á escala Celsius e logo da escala Celsius á escala desexada, tal e como se explicou nos exemplos anteriores.

Exemplo 1: *Un termómetro sinala 20 graos na escala centígrada. Cal é a temperatura correspondente na escala Fahrenheit?*

Aplicando a fórmula e substituíndo os datos do problema temos que: $\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$ $\frac{20}{100} = \frac{F - 32}{180}$

De onde obtemos:

$$100 \cdot (F - 32) = 20 \cdot 180$$

$$100 F - 3.200 = 3.600$$

$$100 F = 3.600 + 3.200$$

$$100 F = 6.800$$

$$F = 6.800/100$$

$$F = 68$$

Polo tanto, **20 °C equivalen a 68 °F.**

Exemplo 2: *Un termómetro sinala 14 graos na escala Fahrenheit. Cal é a temperatura correspondente na escala Celsius?*

Aplicando a fórmula e substituíndo os datos do problema temos que:

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} \rightarrow \frac{C}{100} = \frac{14 - 32}{180} \quad \frac{C}{100} = \frac{-18}{180}$$

De onde obtemos:

$$C \cdot 180 = -18 \cdot 100$$

$$C \cdot 180 = -1.800$$

$$C = -1.800 / 180$$

$$C = -10$$

Polo tanto, **a temperatura de 14 °F equivale a -10 °C.**

Exemplo 3: *Expresar a temperatura de 30 °C na escala Kelvin de temperaturas absolutas.*

$$K = C + 273$$

$$K = 30 + 273$$

$$K = 303$$

Polo tanto **a temperatura de 30 °C equivale a 303 °K.**

Exemplo 4: *Expresar a temperatura absoluta de 250 °K na escala Celsius de temperaturas centígradas.*

$$C = K - 273$$

$$C = 250 - 273$$

$$C = -23$$

Polo tanto **a temperatura de 250 °K equivale a -23 °C.**

5. FORMAS DE PROPAGACIÓN DA CALOR

A calor pódese transmitir ou propagar dun corpo a outro de tres xeitos diferentes:

- **Por conduction.** Consiste na transmisión da calor polo interior do corpo, dunha partícula a outra. Isto explica que ao quentar unha varíña por un extremo a calor se transmita ata o outro extremo da varíña. As moléculas que están en contacto co foco de calor incrementan a súa enerxía transmitíndoa ás moléculas veciñas.

Esta forma de transmisión da calor por conduction é propia dos sólidos. Pero non todos os sólidos transmiten igual a calor: os metais son os mellores condutores da calor, sobre todo a prata e o cobre.

Os sólidos que transmiten mal a calor reciben o nome de **illantes**, por exemplo, a madeira, o plástico, a cortiza, o vidro, etc.

- **Por convection.** A propagación da calor por convection é exclusiva dos fluídos, é dicir, dos líquidos e dos gases. Os fluídos aumentan de volume ao subir a temperatura polo que a súa densidade diminúe e o fluído ascende.

Fórmanse así no interior do fluído, sexa líquido ou gas, unhas correntes chamadas correntes de convection nas que a masa de fluído que se encontra a temperatura superior ascende e o seu lugar é ocupado polo fluído a temperatura máis fría. Este movemento do fluído transmite a calor a todos os puntos do mesmo.

Por exemplo, cando se pon a quentar auga ao lume dentro dun recipiente, xa antes de alcanzar a temperatura de ebulición, pódese observar que a auga do fondo que está máis cerca da lapa quéntase antes e, ao aumentar a súa temperatura, ascende, facendo que toda a masa de auga vaia quecendo uniformemente.

- **Por radiation.** A calor transmítese por medio de ondas ou radiacións. É unha forma de propagación da calor que non precisa a existencia dun medio material xa que se pode transmitir a través do baleiro.

Este tipo de propagación é a forma máis rápida de transmisión da calor. Desta forma chéganos á Terra a calor procedente do Sol.



*Propagación da calor por conduction,
convection e radiation, respectivamente.*

6. MEDIDA DA CALOR

A calor é unha forma de enerxía que só se manifesta cando se poñen en contacto dous corpos a distinta temperatura. Daquela a calor transfírese do corpo máis quente ao corpo máis frío. A calor é unha enerxía en tránsito que posúen os corpos e que está relacionada coa súa temperatura.

Sabemos ademais que a enerxía se pode transformar en traballo e o traballo en calor. Polo tanto a calor é unha magnitude física que se pode medir coas mesmas unidades que as magnitudes anteriores, traballo e enerxía. A **unidade de medida** da enerxía **no Sistema Internacional** é o **xulio (J)**.

Outra unidade de enerxía moi utilizada para a medida da calor é a **caloría (cal)**, que se define como a **cantidade de calor necesaria para elevar un grao centígrado a temperatura dun gramo de auga**.

O físico inglés James Joule demostrou que unha cantidade de enerxía mecánica igual a un xulio se pode transformar nunha cantidade de enerxía calorífica igual a 0,24 calorías. Polo tanto, a **equivalencia** aproximada **entre xulios e calorías** é a seguinte: **1 J = 0,24 cal** ou, o que é o mesmo: **1 cal = 4,18 J**

Como estas unidades son moi pequenas, utilízanse tamén os seus múltiplos, o quiloxulio (kJ), equivalente a 1.000 J e a quilocaloría (kcal) equivalente a 1.000 calorías.

Xa sabemos que ao aportar calor a un corpo aumenta a súa temperatura e desta forma aumenta a súa enerxía interna. **O incremento de temperatura** que experimenta o corpo **depende de varios factores**:

- **Da súa masa.** Canto maior sexa a masa do obxecto, máis cantidade de calor se necesita comunicarlle para elevar a súa temperatura. Por exemplo, para quentar dous litros de auga que están á mesma temperatura ata alcanzar unha temperatura determinada, é preciso comunicarlle o dobre de calor que para quentar un litro de auga ata a mesma temperatura.
- **Do incremento de temperatura.** É doado comprobar que a cantidade de calor que se necesita para elevar a temperatura dun corpo depende da diferenza entre a temperatura inicial do corpo e a temperatura final, é dicir do incremento da súa temperatura: canto maior sexa a diferenza de temperaturas, máis calor se precisará.
- **Do tipo de substancia.** Se temos a mesma cantidade de varias substancias distintas que se encontran á mesma temperatura e as quentamos ata alcanzar unha temperatura determinada, podemos observar que a cantidade de calor que necesitamos é distinta para cada substancia. É dicir, a calor necesaria para variar a temperatura dun corpo depende do tipo de substancia de que se trate.

Substancia	Calor específica (cal/g °C)	Calor específica (J/g °C)
Auga	1,000	4,180
Aceite de oliva	0,599	2,508
Alcohol	0,579	2,424
Xeo	0,550	2,300
Aire	0,239	1,000
Aluminio	0,217	0,907
Ferro	0,113	0,472
Aceiro	0,120	0,500
Cobre	0,092	0,388
Prata	0,057	0,234
Vidro	0,167	0,700
Formigón	0,191	0,800

Para comparar a calor que se necesita para modificar a temperatura dos corpos segundo o tipo de substancia da que están compostos, defínese a calor específica. A **calor específica** dunha substancia é a **calor necesaria para elevar un grao centígrado a temperatura dun gramo de masa** desa substancia.

Por exemplo, a calor específica da auga é 1 cal/g °C, o que significa que para elevar un grao centígrado a temperatura dun gramo de auga é necesario subministrarlle unha caloría (ou 4,18 xulios). De igual modo, dicir que a calor específica do aluminio é 0,22 cal/g °C, significa que para elevar un grao centígrado a temperatura dun gramo de aluminio é preciso subministrarlle 0,22 calorías (ou 0,91 xulios).

En resumo, **a cantidade de calor necesaria para elevar a temperatura dun corpo depende directamente da masa do corpo, do aumento de temperatura desexado e do tipo de substancia que o forma**. Todo isto se resume na seguinte fórmula:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta t$$

sendo:

Q: Cantidade de calor absorbida.

m: Masa do corpo expresada en gramos.

C_e: Calor específica da substancia.

Δt: Incremento de temperatura igual á diferenza entre a temperatura final e a temperatura inicial [$t_f - t_i$].

A táboa anterior de calores específicos dalgúns substancias tamén se pode expresar en kcal/kg °C e en kJ/kg °C. Nese caso os valores da táboa serían os mesmos multiplicados por 1.000 e a masa **m** da fórmula débese expresar en quilogramos.

Exemplo 1: *Se quentamos un recipiente con 400 g de auga a unha temperatura inicial de 20°C ata que empeza a ferver, que cantidade de calor haberá que subministrarlle?*

Datos do problema:

$m = 400 \text{ g}$ (masa do corpo que se quere quentar)

$C_e = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ (dato obtido da táboa de calores específicos)

$t_f = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ (temperatura final á que ferve a auga)

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ (temperatura inicial da auga)

Polo tanto:

$$\Delta t = t_f - t_i = 100 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se aplicamos a fórmula temos:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta t \quad \Rightarrow \quad Q = 400 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \cdot 80 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad Q = 32.000 \text{ cal} = 32 \text{ kcal}$$

Polo tanto **será preciso subministrarlle 32.000 calorías** ou, o que o mesmo, 32 quilocalorías.

Exemplo 2: *Calcular a calor perdida por unha peza de ferro de 15 g de masa ao diminuír a súa temperatura desde 500 °C ata 30°C.*

Datos do problema:

$m = 15 \text{ g}$

$C_e = 0,113 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ (dato obtido da táboa)

$t_f = t_{\text{final}} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_i = t_{\text{inicial}} = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$

Polo tanto:

$$\Delta t = t_f - t_i = 30 \text{ } ^\circ\text{C} - 500 \text{ } ^\circ\text{C} = -470 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se aplicamos a fórmula temos:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta t \quad \Rightarrow \quad Q = 15 \text{ g} \cdot 0,113 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \cdot (-470 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad \Rightarrow \quad Q = -26.555 \text{ cal}$$

Polo tanto, **o corpo perderá 26.555 calorías**.

O signo negativo significa que o corpo perde calor ao arrefriarse, ao contrario do exemplo anterior no que o signo era positivo porque a masa de auga gañaba calor ao quentarse.

7. EFECTOS DA CALOR

A calor, ademais de cambiar a temperatura dos corpos produce dous efectos importantes: a dilatación e os cambios de estado.

Dilatación

A experiencia demostranos que todos os corpos, sexan sólidos, líquidos ou gasosos, ao aumentar a súa temperatura aumentan de volume, é dicir, dilátanse. A dilatación é o **aumento de tamaño que experimenta un corpo ao aumentar a súa temperatura**.

Pola contra, ao perder calor os corpos diminúen de tamaño, é dicir, contráense.

Cómpre sinalar que este aumento de volume por efecto do incremento de temperatura, prodúcese en todas as dimensións, aumentando de longo, de largo e de alto, tanto máis canto maior sexa cada unha destas dimensións.

Distinguiremos, polo tanto, tres **tipos de dilatacións**:

➔ **Dilatación lineal**: É o incremento de lonxitude que experimenta un corpo ao aumentar a súa temperatura.

Por exemplo, a torre Eiffel, de 300 metros de altura, sofre no verán un alongamento duns 12 cm debido á dilatación provocada polo aumento de temperatura.

O incremento de lonxitude total depende da lonxitude do corpo e do tipo de substancia da que estea composto.

Canto maior sexa a lonxitude do corpo máis se dilatará e máis graves poden ser os efectos provocados pola dilatación.

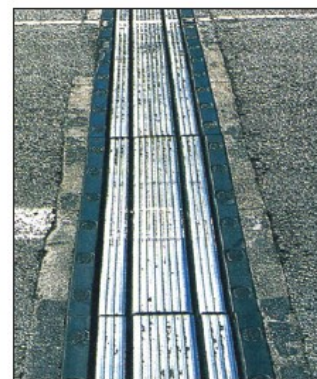
Substancia	Coefficiente de dilatación (k) por °C
Alcohol	0,001100
Auga	0,000600
Glicerina	0,000500
Mercurio	0,000180
Aluminio	0,000022
Ferro	0,000011
Aceiro	0,000012
Cobre	0,000017
Vidro	0,000008
Porcelana	0,000003

Táboa de coeficientes de dilatación dalgunhas substancias.

Cada tipo de substancia experimenta unha dilatación determinada. Para comparar entre si as dilatacións que experimentan as distintas substancias elaborouse unha táboa de coeficientes de dilatación. Nesta táboa o **coeficiente de dilatación lineal k** representa o incremento de lonxitude experimentado por unha substancia por cada grao centígrado que se eleva a súa temperatura.

Se observamos a táboa de coeficientes de dilatación e comparamos os distintos valores, podemos comprobar que, en xeral, **os líquidos se dilatan máis cós sólidos** para o mesmo incremento de temperatura. Aínda que na táboa non aparece ningún gas, tamén se sabe que **os gases se dilatan moito máis cós líquidos**.

A simple vista semella que os valores dos coeficientes de dilatación son pequenos, pero cando as dimensións do obxecto son grandes e o incremento de temperatura considerable, os efectos que produce a dilatación poden ser moi graves xa que a forza provocada por ela é enorme. Por este motivo cando se constrúen edificios, pontes, vías do tren e, en xeral, estruturas de gran tamaño, estas non poden ser continuas senón que é preciso dividilas en partes, deixando pequenos ocos entre as partes contiguas chamados xuntas de dilatación, para que a estrutura poida dilatar, evitando así que se produzan gretas cando se eleva a temperatura.



Xunta de dilatación dunha ponte.

➡ **Dilatación superficial:** É o aumento de superficie que experimenta un corpo ao aumentar a súa temperatura.

Por exemplo, se quentamos unha fina prancha metálica de forma rectangular, vemos que experimenta unha dilatación ao longo e ao largo e, polo tanto, un incremento de superficie.

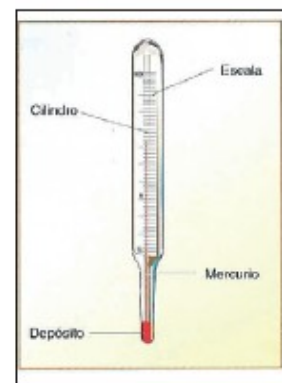
O valor do **coeficiente de dilatación superficial** dunha substancia é aproximadamente igual ao dobre do seu coeficiente de dilatación lineal, é dicir 2α .

➡ **Dilatación cúbica:** É o aumento de volume que experimenta un corpo ao aumentar a súa temperatura.

O valor do **coeficiente de dilatación cúbica** dunha substancia é aproximadamente igual ao triple do seu coeficiente de dilatación lineal, é dicir 3α .

O **funcionamento do termómetro** está baseado na transmisión da calor entre os corpos e na dilatación ou contracción producidas polos cambios de temperatura.

O termómetro é un aparello que dispón dun depósito onde se almacena a substancia que se dilata, por exemplo, mercurio, e un cilindro oco moi fino conectado co depósito a través do que se dilata ou contrae a substancia do depósito ao variar a temperatura. A dilatación ou contracción experimentadas pódense medir nunha escala graduada que reflicte a temperatura que se está a medir.



Termómetro.

Existen distintos tipos de termómetros segundo que a súa utilidade sexa clínica, industrial, meteorolóxica, de laboratorio, etc.

A dilatación produce alteracións na densidade dos corpos debido ás variacións de temperatura.

Sabemos que a densidade dun corpo é o cociente dividir a súa masa entre o seu volume: $d = m/V$. Ao aumentar a temperatura do corpo tamén aumenta o seu volume debido á dilatación que experimenta, pero a súa masa segue a ser a mesma. Polo tanto, o cociente m/V é menor e a densidade do corpo diminúe a medida que aumenta a temperatura.

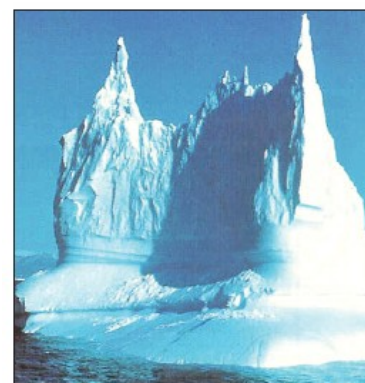
Este fenómeno ten **consecuencias** importantes **nos fluídos**, sexan líquidos ou gases:

- Se nun fluído existen capas a diferentes temperaturas, as máis quentes situaranse na parte superior e as máis frías na inferior, xa que estas son máis densas.
- A propagación da calor no interior dos fluídos prodúcese sobre todo polas correntes de convección que se forman no seu interior, debido a que as masas de fluído quente ascenden e son substituídas por outras máis frías.

Dilatación anómala da auga

A dilatación térmica da auga presenta unha anomalía que a diferencia da dilatación experimentada polos demais líquidos. A auga presenta a particularidade de que ao quentarse entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, en lugar de dilatarse, contráese diminuíndo de volume.

Como consecuencia desta anomalía, no mar e nos ríos, as capas de auga cunha temperatura inferior a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, en lugar de irse ao fondo por estaren máis frías, sitúanse nas posicións máis elevadas. Cando a capa máis elevada alcanza os $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, conxélase e, como o xeo aboia na auga e conduce mal a calor, dificulta o arrefriamento das capas inferiores impedindo que se conxelen.



Así, cando vai moito frío, tanto no mar como nos ríos e lagos só se conxela a superficie, permanecendo a auga interior a 4 °C, o que permite a vida dos animais e plantas acuáticos nos climas máis rigorosos.

Cambios de estado

O aumento da temperatura dun corpo, ademais de producir unha dilatación, pode provocar o seu cambio de estado físico.

Para comprender mellor o mecanismo polo que se producen os cambios de estado, cómpre lembrar as **características que presentan os tres estados da materia:**

- No **estado sólido** as partículas, átomos ou moléculas, teñen unha gran forza de cohesión que as mantén unidas entre si evitando que se despracen unhas respecto ás outras.
- No **estado líquido** as partículas teñen pouca cohesión, podéndose desprazar unhas respecto ás outras.
- No **estado gasoso** as partículas carecen de cohesión e pódense mover libremente.

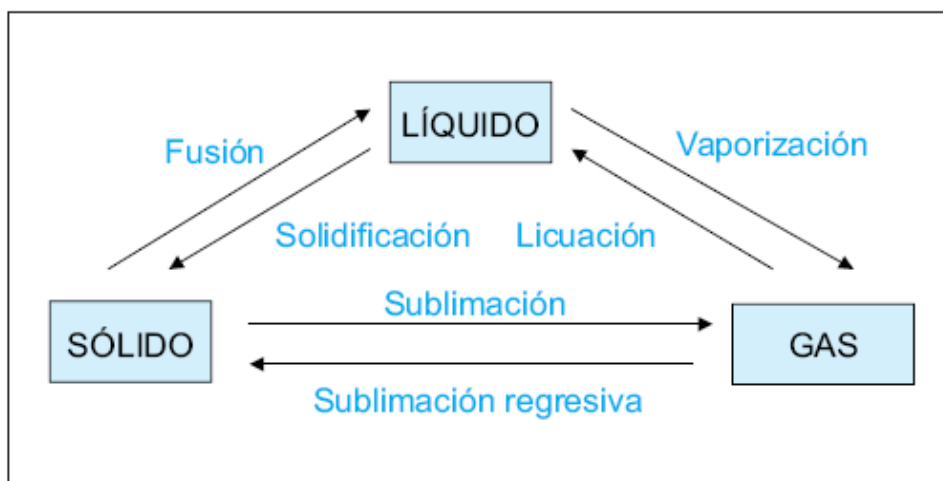
O aumento da temperatura dun corpo provoca un incremento da mobilidade das súas partículas, xa que así é como se almacena a calor. Cando un corpo en estado sólido recibe calor, as súas partículas móvense con máis rapidez e perden cohesión, facendo que o corpo pase a estado líquido. Se continúa o subministro de calor as partículas poden chegar a perder totalmente a súa cohesión e o corpo pasa a estado gasoso.

Se, en lugar de recibir calor o corpo se arrefría, o proceso anterior prodúcese ao contrario e os cambios de estado que teñen lugar son de gas a líquido e de líquido a sólido.

Os **cambios de estado que se poden producir son os seguintes:**

- **Fusión:** É o paso de estado sólido a estado líquido.
 - **Solidificación:** É o paso de estado líquido a estado sólido.
- A fusión e a solidificación teñen lugar a unha temperatura fixa chamada **punto de fusión**.
- **Vaporización:** É o paso de estado líquido a estado gasoso e pode producirse de dous xeitos:
 - **Por evaporación**, cando se realiza só na superficie do líquido a temperatura ambiente.
 - **Por ebulición**, cando se realiza tumultuosamente en toda a masa do líquido ao alcanzar este a temperatura de cambio de estado.
 - **Licuación ou condensación:** É o paso de estado gasoso a estado líquido.
- A licuación e a ebulición teñen lugar a unha temperatura fixa chamada **punto de ebulición**.
- **Sublimación:** É o paso directo de estado sólido a gasoso, e á inversa, de gasoso a sólido.





Segundo que os cambios de estado se produzan con absorción ou con desprendemento de calor, clasifícanse en:

- **Progresivos:** Son os cambios de estado que precisan a achega de calor e son a fusión, a vaporización e a sublimación (de sólido a gas).
- **Regresivos:** Son os cambios de estado que desprenden calor ao producirse e son a solidificación, a licuación e sublimación regresiva (de gas a sólido).

Calor latente de cambio de estado

Experimentalmente compróbase que, aínda que un corpo estea a recibir calor, a súa temperatura permanece constante mentres se está a producir un cambio de estado.

Este feito débese a que para que o cambio de estado poida ter lugar, é necesario un subministro adicional de enerxía chamado calor latente, e toda a calor que se lle subministra ao corpo utilízase para producir o cambio de estado ata que remata. Logo que este se produce, a calor achegada posteriormente segue a provocar o aumento progresivo da súa temperatura.

A calor necesaria para que se produza un cambio de estado depende da masa e do tipo de substancia, xa que a calor latente é unha propiedade característica de cada substancia.

Defínese a calor latente como a **calor necesaria para que un gramo de substancia cambie de estado físico á temperatura do cambio de estado**. Polo tanto existe unha calor latente de fusión (L_f) e unha calor latente de ebulición (L_e) para cada substancia. As calores latentes de solidificación e de licuación son iguais ás anteriores pero de signo contrario, xa que non precisan proporcionar calor senón quitala.

A táboa da páxina seguinte reflicte os valores das calores latentes de fusión e de ebulición dalgunhas substancias expresadas en calorías por gramo de substancia.



Se colocamos un termómetro no interior do xeo e deixamos que se funda, comprobamos que a temperatura permanece constante a 0 °C mentres non se funde toda a masa de xeo.

Substancia	Calor latente de fusión L_f (cal/g)	Calor latente de ebulición L_e (cal/g)
Auga	80,0	541,7
Alcohol etílico	26,1	211,0
Mercurio	2,7	64,6
Chumbo	5,5	174,7
Cobre	49,2	1.134,2

Táboa de calores latentes de fusión e de ebulición.

8. A CALOR E OS SERES VIVOS

A temperatura é un dos factores ambientais que máis inflúen na vida dos animais e das plantas.

As plantas poden soportar temperaturas máis extremas cós animais. Hai plantas de climas fríos que soportan temperaturas de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ e plantas do deserto que poden chegar a resistir os $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Non obstante, os animais non resisten temperaturas tan extremas xa que a máis de $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ as proteínas do seu corpo desnaturalízanse e a temperaturas baixo cero morren por conxelación.

Para defenderse das temperaturas extremas os animais de sangue quente poden manter constante a temperatura do seu corpo consumindo máis alimentos para producir enerxía, illando o corpo termicamente botando pelo, plumas ou graxa, liberando calor pola suor, etc.

Os animais de sangue frío poden activar o seu metabolismo quentando o corpo ao sol ou reducilo nas épocas de frío ata chegar a aletargarse.

Para defenderse da calor as plantas refrixéranse transpirando a través das follas, de xeito semellante aos animais cando súan. Cando viven en lugares moi secos reducen o tamaño das follas para evitar a perda de auga por transpiración.

As plantas de folia caduca deféndense das baixas temperaturas perdendo as follas nos meses fríos e reducindo notablemente o metabolismo.

Para poder realizar as súas funcións vitais os animais utilizan a enerxía química almacenada na materia orgánica dos alimentos, que poden ser de orixe animal ou de orixe vexetal. Nestes procesos de transformación a enerxía non se aproveita totalmente, xa que unha parte dela transfórmase en calor e pérdese.

O corpo humano necesita unhas 1.600 kcal ao día só para manter a temperatura corporal e todos os órganos funcionando en repouso. Para realizar unha vida normal, as necesidades de enerxía chegan a unhas 2.500 kcal diarias.

Se tomamos demasiados alimentos o corpo almacena o exceso de enerxía en forma de graxa para utilizala cando a precise. As primeiras substancias que o corpo utiliza para obter enerxía son os azucres ou hidratos de carbono porque os pode transformar en enerxía de xeito case inmediato. Só cando os hidratos de carbono se esgotan o organismo utiliza as graxas. A capacidade das graxas para proporcionar enerxía é maior cá dos hidratos de carbono xa que, por exemplo, un gramo de azucre produce 3,8 kcal e un gramo de graxa produce 9 kcal. As graxas que non se chegan a utilizar nunca permanecen almacenadas no corpo.



As plantas de climas cálidos e secos reducen o tamaño da follas para non perder auga por transpiración.