

## **I. DE QUÈ ESTÀ FETA LA MATÈRIA?**

### **1. INTRODUCCIÓ**

Si observem l'aigua continguda en un vas o en qualsevol altre recipient veiem que presenta un aspecte continu, es a dir, no ens adonem de l'existència de parts diferents. Aquesta evidència la tenim per a molts dels materials que utilitzem a la nostra vida quotidiana: l'acer inoxidable d'una cullera, l'aire que respirem, l'oli que fem per cuinar...

Però si una cosa caracteritza als científics és que no es “deixen enganyar” per allò que “es veu a primera vista”. Tenim constància històrica que fa més de 2400 anys hagué investigadors que plantejaren la possibilitat que la matèria no fora continua. Proposaren que la matèria està formada per partícules tant petites que no s'arriben a veure. Nosaltres anomenarem a aquest plantejament *Teoria Corpuscular*.

En un principi, la majoria dels científics no estigué d'acord amb aquesta teoria. De fet, durant 2000 anys la *Teoria Corpuscular* fou una opció minoritària. Però arribà un moment que la situació canvià. En el tema que ara comencem anem a ocupar-nos d'aquesta qüestió.

**A 1** Un problema que ha interessat als científics des de l'antiguitat és conèixer si la matèria està formada per partícules o si és continua. Indiqueu proves a favor de cadascuna d'aquestes idees.

Actividad para sacar a la luz ideas previas. Puede que aparezcan referencias a la observación directa de los corpúsculos que forman la materia. Los alumnos tienen la idea de que los átomos y las moléculas se pueden observar con el microscopio. No se trata de una casualidad, identifican el orden de magnitud de los átomos con el de las células; la famosa metáfora “la célula es el átomo de la vida” puede que tenga secuelas perversas.

### **2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA**

En cursos anteriors has estudiat que la matèria es pot presentar en tres estats diferents: sòlid, líquid y gasos. L'estudi del diferent comportament de la matèria en aquests tres estats tingué gran importància per tal que la *Teoria Corpuscular* fora acceptada per la comunitat científica.

**A 2** Indiqueu propietats que siguin comuns a tots els estats de la matèria i propietats que permeten diferenciar entre gasos, líquids i sòlids.

Establecer como propiedades comunes a los tres estados el poseer masa y el ocupar un volumen. La diferencia entre los tres estados se establece con la propiedad de fluir (adoptar la forma del recipiente que los contiene/no tener forma definida) y la propiedad de difundirse (ocupar todo el recipiente que los contiene/no tener volumen definido). También se puede incluir la propiedad de comprimirse fácilmente que es equivalente a la de difundirse. La actividad siguiente se emplea como corrección de ésta.

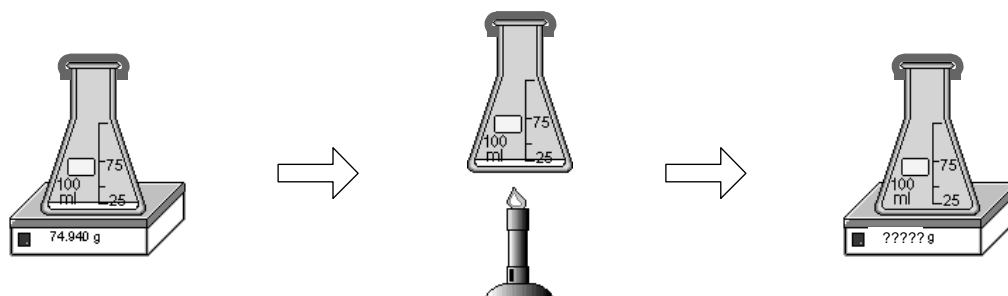
**A 3** Completeu la següent taula per tal de resumir les conclusions de l'activitat anterior.

PROPIETAT	ESTAT DE LA MATÈRIA		
	Sòlid	Líquid	Gasos

Si resulta conveniente, esta actividad se puede encargar para casa.

PROPIETAT	Sólido	Líquido	Gas
Tiene masa	Si	Si	Si
Ocupa volumen	Si	Si	Si
Fluye	No	Si	Si
Se difunde	No	No	Si
Se comprime con facilidad	No	No	Si

**A 4** En un recipiente de vidre, molt resistent i fortament tancat, introduïm una petita quantitat d'aigua líquida i pesem el conjunt. Després escalfem el recipient fins aconseguir que tota l'aigua s'evapore. Aleshores tornem a pesar el recipient. Justifiqueu si el pes és major, menor o igual que al començament (aquest experiment és molt perillós de fer donat que el recipient de vidre pot esclatar).



Se trata de tratar la idea previa consistente en que los gases no pesan. Esta actividad no ha estado probada todavía y puede que la cuestión se entremezcle con la problemática del peso del calor que realmente no sabemos si está del todo superada. En el caso de que se detecte ésta última se puede proponer la misma actividad calentando un trozo de metal (o el agua antes de que llegue a evaporarse). Fijarse para evaluar de cara a versión del año próximo.

### 3. LA TEORIA CORPUSCULAR DE LA MATÈRIA

Els científics acceptaren la Teoria Corpuscular perquè explicava les propietats dels sòlids, líquids i gasos mitjançant hipòtesis molt simples referides a com es mouen les seues partícules constituents.

**A 5** Proposeu com han de trobar-se les partícules constituents dels sòlids, els líquids i els gasos per tal d'explicar les propietats estudiades en l'activitat **A 2**.

Posiblemente sea necesario dirigir el trabajo de los alumnos haciendo que centren su atención en las propiedades que permiten diferenciar entre los tres estados de la materia: la propiedad de difundirse y la propiedad de fluir.

Conviene llegar a una expresión ordenada y numerada de las hipótesis distinguiendo dos aspectos: unión entre las partículas y movimiento de las partículas. También es interesante relacionar las hipótesis con las propiedades que explican. Para que estos aspectos queden claros está pensada la actividad siguiente como corrección de ésta. En la puesta en común se utilizan simulaciones de los tres estados montadas en una miniWEB.

**A 6\*** Completeu la següent taula per tal de resumir les conclusions de l'activitat anterior.

Si resulta conveniente, esta actividad se puede encargar para casa.

		TEORIA CORPUSCULAR		PROPIETATS OBSERVABLES
		Unió entre les partícules	Moviment de les partícules	
GAS	HG1 Las partículas no están unidas entre si.	HG2 Las partículas se mueven libremente por el espacio: describen trayectorias rectas que son interrumpidas por los choques con las paredes del recipiente o por los choques con otras partículas.	Es difonen i flueixen	
SÓLID	HS1 Las partículas se encuentran fuertemente unidas entre sí.	HS2 Las posiciones relativas de las partículas no pueden cambiar y su único movimiento es de vibración.	Ni es difonen i flueixen	
LÍQUID	HL1 Las partículas se encuentran unidas entre sí, pero esta unión es débil.	HL2 Las partículas vibran y sus posiciones relativas cambian de forma continua.	No es difonen però si flueixen	

#### 4. LES PROPIETATS DELS GASOS

Anem a centrar el nostre estudi en les propietats dels gasos. La raó fonamental d'aquesta elecció és que l'estructura d'aquest estat de la matèria és molt simple i la Teoria corpuscular es pot construir fàcilment.

Un gas tancat en un recipient exerceix força, cap a fora, sobre les parets interiors del recipient on es troba. Aquesta força no es realitza sobre un punt concret de la paret sinó que es distribueix per tota la superfície interior del recipient. Quan una força es realitza distribuïda al llarg d'una superfície rep el nom de *pressió*. És molt fàcil tindre evidència directa de la pressió que fa un gas

**A 7** Agafem una xeringa sense agulla i tapem el forat amb un dit. Què hem de fer si volem reduir el volum que ocupa l'aire contingut en la xeringa?

La força que es realitza es fa en contra de la força que realitza el gas. No cal tractar la situació d'equilibri de la qual es part (la pressió del gas dins de la xeringa és igual que la pressió atmosfèrica fora). La pressió atmosfèrica s'estudia més en davant.

**A 8** La Teoria Corpuscular proposa que el gas està format de partícules en moviment segons la hipòtesis HG1. Indiqueu de quina manera pot explicar la Teoria Corpuscular la pressió que un gas exerceix sobre les parets del recipient on es troba.

# Física i Química

3a d'ESO

Cal deixar clar que la contestació a aquesta pregunta suposa enunciar una nova hipòtesi: HG3 La pressió que un gas exerceix sobre les parets del recipient on es troba està produïda pel xoc de les partícules que constitueixen el gas amb les parets del recipient. Sempre que aparega xoc cal explicitar que es tracta de xoc amb la paret encara que parega una reiteració. Els alumnes tenen tendència (o els induint nosaltres) a pensar que la pressió està produïda pels xocs de les partícules entre si.

**A 9** Utilitzeu la Teoria Corpuscular per tal d'explicar l'experiència descrita en l'activitat **A 7**.

**A 10** Copieu en la següent taula l'explicació elaborada al corregir l'activitat anterior. Col·loqueu cada frase en la cel·la que corresponga

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem

L'objectiu és fer l'explicació i diferenciar entre les afirmacions que corresponen a observacions i les afirmacions que corresponen a construccions fetes amb la Teoria corpuscular. Com que aquesta segona qüestió és molt problemàtica per als alumnes proposem la parella d'activitats per centrar millor cadascú dels objectius. La idea és emprar l'activitat **A 10** per a que els alumnes copien la correcció de l'activitat **A 9**. Es pot emprar un codi de colors per després jugar a fer polzes. En la posada en comú s'utilitzen simulacions de gasos muntades en una miniWEB

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan es redueix el volum del recipient on es troba el gas	Les partícules del gas xoquen més vegades amb les parets del recipient	La pressió que exerceix el gas sobre les parets del recipient augmenta

Es pot proposar la realització de l'esquema corresponent a la variació contrària (Joc de quines paraules cal canviar)

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan <del>es redueix</del> augmenta el volum del recipient on es troba el gas	Les partícules del gas xoquen <del>més</del> menys vegades amb les parets del recipient	La pressió que exerceix el gas sobre les parets del recipient <del>augmenta</del> augmenta.

**A 11** Tenim gas en un recipient que pot canviar de volum. Es manté constant la temperatura  $T$  y la quantitat de gas  $n$  continguda en el recipient. Indiqueu com canvia la pressió  $P$  que fa el gas sobre les parets del recipient quan es modifica el volum  $V$  del recipient.

Activitat de recapitulació. Introduir la notació matemàtica  $V \downarrow \Rightarrow P \uparrow$   $V \uparrow \Rightarrow P \downarrow$  (Possible experiència)

# Física i Química

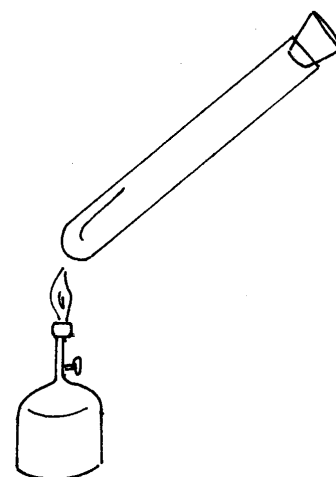
3a d'ESO

**A 12** Si agafem un tub d'assaig, el tapem amb un tap de goma i l'escalfem. (a) Què creu que succeirà? (b) Comproveu si s'acompleix la vostra hipòtesi. (c) A la vista del resultat de l'experiment, digueu què ocorre amb la pressió del gas contingut dins del tub d'assaig quan s'escalfa.

L'augment de la temperatura provoca l'augment de la pressió. Una altra vegada no es tracta l'equilibri de la situació de partida.

**A 13** Intenteu explicar l'experiència de l'activitat **A 12** utilitzant la Teoria Corpuscular.

**A 14** Copieu en la següent taula l'explicació elaborada al corregir l'activitat anterior. Col·loqueu cada frase en la cel·la que corresponga



Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan augmenta la temperatura del gas...		

El plantejament és el mateix que el exposat en la parella d'activitats **A 9** i **A 10**. En la posada en comú d'aquesta activitat i de la següent s'utilitzen simulacions muntades en una miniWEB.

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan augmenta la temperatura del gas...	...les partícules es mouen amb major velocitat, xoquen més vegades amb les parets del recipient i, a més a més, els xocs són més forts.	Com que el recipient es rígida, la pressió que exerceix el gas sobre les parets del recipient augmenta

**A 15\*** En les dues activitats anteriors hem introduït una nova hipòtesi. Enuncieu-la.

La hipòtesi que cal introduir es la relació entre temperatura i agitació tèrmica. Quan augmenta la temperatura d'un gas augmenta la velocitat de les seues partícules. Aquesta activitat es pot encomanar per a casa.

**A 16\*** Tenim un gas tancat en un dipòsit hermètic i de parets metàl·liques molt rígides. (a) Què creu que passa si refredem el dipòsit? Raoneu la resposta omplint la següent taula

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan augmenta la temperatura del gas...		

La resposta combina el punt de vista macroscòpic i el punt de vista microscòpic. Després d'aclarir que la pressió disminueix es pot fer un esquema com el de l'activitat anterior (Joc de quines paraules cal canvien). Aquesta activitat es pot encomanar per a casa.

# Física i Química

3a d'ESO

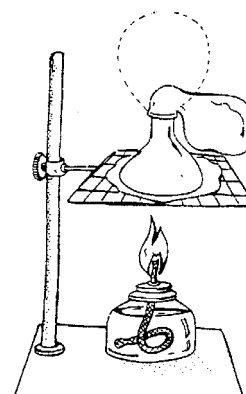
Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan <del>augmenta</del> disminueix la temperatura del gas...	...les partícules es mouen amb <del>major</del> menor velocitat, xoquen <del>més</del> menys vegades amb les parets del recipient i, a més a més, els xocs són <del>més forts</del> dèbils.	Com que el recipient es rígid, la pressió que exerceix el gas sobre les parets del recipient <del>augmenta</del> disminueix.

**A 17\*** Un recipient rígid (que no pot canviar el seu volum) conté gas. Es manté constant la quantitat de gas  $n$  que hi ha dins del recipient. Indiqueu com canvia la pressió  $P$  que fa el gas sobre les parets del recipient quan es modifica la temperatura  $T$  del gas.

Es tracta d'una activitat de recapitulació. Cal emprar la notació matemàtica  $T \uparrow \Rightarrow P \uparrow$   
 $T \downarrow \Rightarrow P \downarrow$  (Possible experiència). Aquesta activitat es pot encomanar per a casa.

**A 18** Agafem un matràs i el tapem amb un globus. Després escalfem. Observeu i descriuiu el que succeeix.

Quan s'escalfa el gas contingut en el matràs augmenta el volum que ocupa. No es té en compte la situació d'equilibri de partida ni l'efecte de l'elasticitat del globus.



**A 19** Intenteu explicar l'experiència de l'activitat **A 18** utilitzant la Teoria Corpuscular.

**A 20\*** Copieu en la següent taula l'explicació elaborada al corregir l'activitat anterior. Col·loqueu cada frase en la cel·la que corresponga

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan augmenta la temperatura del gas...		

El plantejament és el mateix que ja s'ha repetit dues vegades abans. La segona activitat es planteja com correcció / passada a net de la primera. Es pot encomanar per a casa.

En la taula que es proposa es tracta només de fer una explicació simple.

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan augmenta la temperatura del gas...	...les partícules es mouen amb més velocitat, xoquen més vegades amb les parets del recipient i, a més a més, els xocs són més forts.	Com que el recipient es elàstic, augmenta el seu volum...

En l'explicació, seguint amb el plantejament de no tractar l'efecte de la pressió atmosfèrica, no s'aborda la qüestió de l'equilibri ni es té en compte la força elàstica del globus. En la posada en comú d'aquesta activitat i de la següent s'utilitzen simulacions muntades en una miniWEB.

**A 21** Infleu un globus i fiquen-lo al frigorífic durant una hora. (a) Escriviu quina transformació penseu que patirà el globus. (b) Comproveu si s'ha complit la vostra predicció. (c) Expliqueu que ha ocorregut amb la Teoria Corpuscular omplint la següent taula.

# Física i Química

3a d'ESO

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan augmenta la temperatura del gas...		

Es tracta de fer un esquema com el de l'activitat anterior (Joc de quines paraules cal canvien). Aquesta activitat es pot encomanar per a casa.

Allò que veiem	Allò que imaginem	Allò que veiem
Quan <del>augmenta</del> disminueix la temperatura del gas...	...les partícules es mouen amb <del>més</del> menys velocitat, xoquen <del>més</del> meyns vegades amb les parets del recipient i, a més a més, els xocs són <del>més forts</del> dèbils.	Com que el recipient es elàstic, <del>augmenta</del> disminueix el seu volum...

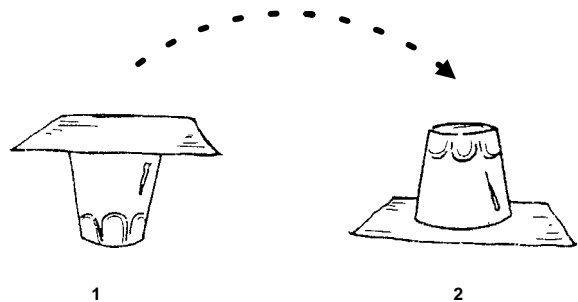
**A 22\*** Un recipient elàstic (el seu volum pot canviar lliurement) conté gas. Es manté constant la quantitat de gas  $n$  que hi ha dins del recipient. Indiqueu com canvia el volum  $V$  del recipient quan es modifica la temperatura  $T$  del gas.

Introduir la notació matemàtica  $T \uparrow \Rightarrow V \uparrow$   $T \downarrow \Rightarrow V \downarrow$  Com que no s'ha tractat l'efecte de la pressió atmosfèrica no introduint la condició de contorn "a pressió constant". Aquesta activitat es pot encomanar per a casa.

## 5. LA PRESSIÓ ATMOSFÈRICA

**A 23** L'atmosfera és la capa de ..... que envolta la.....La seua composició mitjana és d'un 78% de ....., un..... % d'oxigen i un 1% d'altres gasos com....., a més d'una quantitat variable de vapor d'aigua.

**A 24\*** Agafeu un got d'aigua i tapeu-lo amb un quadrat de cartolina que ajusti a la boca del got. Invertiu ràpidament el got, subjectant la cartolina amb una ma i procurant que no caiga aigua (convé fer l'experiència damunt de la pila de la cuina). Lleueu la ma de baix de la cartolina. Descriviu què ocorre i doneu una explicació.



Aquesta activitat es pot encomanar per a casa. Una variació de l'experiència per fer a classe és la següent: "Agafeu un tub d'assaig i ompliu-lo d'aigua fins al capdamunt. Tapeu-lo amb un quadrat de paper de fumar que ajusti a boca del tub. Invertiu ràpidament el tub." Explicació: L'aigua continguda en el got/tub d'assaig és mantinguda per la pressió exercida pel gas que constitueix l'atmosfera.

**A 25** Poseu en un plat fondo ple d'aigua un suret que suporti un o dos mistos (deixant que flote). Encengueu els mistos i tapeu ràpidament amb un got sec sense que es recolze en el plat. Descriviu què ocorre i doneu una explicació.

## Física i Química

3a d'ESO

Descripció: Poc de temps després de tancar amb el got el misto s'apaga i el nivell de l'aigua dins del got puja.

Explicació: Al començament la pressió del gas contingut dins del got és la mateixa que la pressió del gas que constitueix l'atmosfera. Després la combustió redueix la quantitat de gas que hi ha dins del got, amb la qual cosa es redueix la pressió del gas dins del got que termina per ser menor que la pressió del gas de l'atmosfera. Aleshores, la diferència de pressió fa que el nivell de l'aigua dins del got puja.

**A 26** El gas que forma l'atmosfera exerceix ..... sobre la superfície de tots els objectes que es troben dins de l'atmosfera. Aquesta ..... està dirigida en ..... les direccions i rep el nom de ..... atmosfèrica.

**A 27** Agafeu un tub d'assaig i el submergiu completament en un recipient ple d'aigua. Poseu el tub vertical sense que la seua boca isca fora de l'aigua. (a)\* Descriu què ocorre i doneu una explicació (b) Imagineu que podeu fer l'experiment amb tubs de diferents longituds (fins i tot tubs de 10 i 20 metres); expliqueu si la longitud del tub influeix, o sempre passa el mateix.

L'apartat (a) és similar a l'activitat **A 24** serveix per plantejar l'apartat següent. L'activitat pot encarregar-se. Si els alumnes han comprès que la columna d'aigua es mantinguda per la pressió atmosfèrica, poden arribar a justificar que aquesta pressió només podrà mantindre una columna d'aigua de determinada altura.

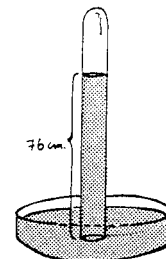
En la posada en comú de l'activitat el professor proporciona la dada que la columna d'aigua que es capaç de mantindre la pressió atmosfèrica es molt gran (10m).

**A 28** La pressió atmosfèrica no té sempre el mateix valor. Encara que les seues variacions no són massa grans, produeixen efectes que es poden vore. En la situació de l'activitat anterior expliqueu que ocorre quan canvia la pressió atmosfèrica.

L'activitat serveix per que el professor introduïska el concepte operatiu de mesura.

Després de realitzar experiències molt semblants a les comentades en les dues activitats anteriors, el físic italià Evangelista Torricelli, en 1643, dissenyà un aparell per mesurar fàcilment la pressió atmosfèrica amb el propòsit d'estudiar les seues variacions.

Torricelli agafà un tub de vidre de més d'un metre de longitud, tapat per un extrem, i l'omplí per complet de mercuri, després invertí el tub introduint l'extrem obert en una cubeta que contenia també mercuri. La columna de mercuri del tub de vidre començà a descendir i s'aturà a una determinada altura. Si es mesurava l'altura de la columna de mercuri en dies distints s'observaven petites diferències. El valor mitjà de les mesures era de 760 mm. Aleshores Torricelli proposà utilitzar el valor de l'altura de la columna de mercuri com mesura de la pressió atmosfèrica.



En principi pot estranyar que una pressió es pugui mesurar en unitats de longitud, però, en realitat, el que estem indicant amb aquesta mesura de longitud és que la pressió atmosfèrica és igual a la pressió que exerceix una columna de mercuri de la longitud citada.

## *Física i Química*

*3a d'ESO*

Aquest aparell inventat per Torricelli per a mesurar la pressió atmosfèrica s'anomenà baròmetre, i continua anomenant-se de la mateixa manera. Des d'aleshores ha hagut modificacions de disseny sobretot per facilitar la seua mobilitat i evitar les pèrdues de mercuri que és un metall molt verinós.

**A 29** El muntatge proposat per Torricelli és molt paregut al tractat en les activitats **A 27** i **A 28**. Intenteu explicar per què Torricelli va substituir l'aigua per mercuri.

**A 30** El mateix dia i a la mateixa hora es mesura la pressió atmosfèrica en Cocentaina i dalt de la Serra d'Aitana. Expliqueu si les dues mesures coincidiran o no.

És una qüestió que presenta una gran dificultat. La justificació ha de ser explicada pel professor. L'opció més convenient és raonar a partir del fet que la densitat del gas que constitueix l'atmosfera disminueix amb l'altura. Aleshores, emprant el model corpuscular es evident que la pressió ha de disminuir.

Aquest plantejament pot portar a haver de discutir per què la densitat del gas de l'atmosfera disminueix amb l'altura. Aleshores caldrà tractar de forma qualitativa l'efecte conjunt de la gravetat i l'agitació tèrmica.

### **6. CANVI D'ESTAT**

**A 31** Sabeu que un mateix material, segons la temperatura a la que es troba, pot ser sòlid, líquid o gas. Feu un esquema on apareguen els noms dels diferents canvis d'estat.

**A 32** Expliqueu per què, quan escalfem un sòlid, primer es dilata i després, al assolir determinada temperatura, es transforma en líquid.

**A 33** Expliqueu per què, quan escalfem un gas, al assolir determinada temperatura, es transforma en líquid. Justifiqueu si, abans de començar a produir-se el canvi d'estat, el líquid es dilata al pujar la temperatura.

**A 34** Escalfem aigua fins que comence a bullir. Aleshores deixem de subministrar calor i deixem que es refrede un minut o dos. Introduïm l'aigua calenta en una xeringa i tapem el seu forat. Estirem de l'èmbol. Descrïeu què ocorre i doneu una explicació.

**A 35** Imagineu que escalfeu aigua a l'altura del mar i dalt d'una muntanya de Pirineus. On bull l'aigua a més temperatura? Raoneu la resposta.