

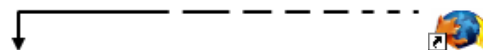


Recursos per a l'aula  
(eso)

## RELACIÓ ENTRE PRESSIÓ I TEMPERATURA

Javier Cortés , Montserrat Pagés i Júlio Pérez

*Per tal de facilitar la transició entre el món macroscòpic i una realitat submicroscòpica, presentem una activitat contextualitzada a partir d'una situació habitual en el món de l'esport.*



## Guia per al professorat

### Introducció

Una de les principals dificultats que presenta la introducció de la teoria cinètica molecular és el salt del món macroscòpic a una realitat submicroscòpica, que a l'alumnat li resulta llunyana i poc evident. Per tal de facilitar aquesta transició, presentem una activitat contextualitzada a partir d'una situació prou habitual en el món de l'esport i dividida en tres parts clarament diferenciades. En primer lloc, realitzem una activitat pràctica que ens permet analitzar de forma quantitativa la relació entre la temperatura d'un gas i la pressió que exerceix sobre el recipient que el conté. A continuació, es proposa el treball amb una simulació interactiva. En aquesta simulació es poden modificar paràmetres d'un gas com ara la temperatura, el volum del recipient i la quantitat de substància, i veure les conseqüències d'aquestes variacions en el nivell submicroscòpic.

Finalment, proposem unes qüestions que traslladen les conclusions obtingudes a altres àmbits d'aplicació.

### Temporització i curs proposat

La durada prevista d'aquesta activitat és de 3-4 hores, aproximadament una hora per a cada apartat, tot i que dependrà de la familiarització de l'alumnat amb el material de la pràctica (senyors, tractament de dades...). Està dirigida principalment als alumnes de tercer d'ESO.

### Orientacions

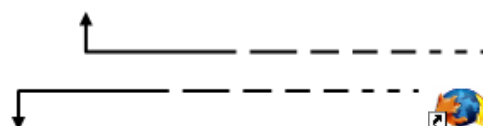
És important que els alumnes facin hipòtesis i prediccions del que esperen obtenir. Podria utilitzar-se com a activitat prèvia a l'estudi de la teoria cinètica molecular o bé com a cloenda de la unitat. Caldria que l'alumnat estigués familiaritzat amb els conceptes de temperatura absoluta i les unitats de mesura de la pressió.

### Proposta de treball a l'aula

La primera activitat és una pràctica de laboratori, descrita en el document adjunt. La pràctica estudia com varia la pressió d'un gas amb la temperatura, quan el volum i la quantitat de gas es mantenen constants. Aquesta pràctica presenta la visió macroscòpica. Per completar aquesta visió, es fa servir la simulació, que relaciona les variables macroscòpiques amb el comportament submicroscòpic de les partícules del gas.

La segona part es fonamenta en el treball amb una simulació (<http://dmentrard.free.fr/GEOGEBRA/Sciences/Chimie/Chimie/Gaz%20parfaits.html>) feta amb el programari GeoGebra. Caldria confirmar que els ordinadors utilitzats carreguen adequadament el programari, basat en Java.

Finalment, es proposa la lectura de dos textos i dues qüestions relacionades amb situacions quotidianes d'aplicació de la variació de la pressió d'un gas amb la temperatura.



## Fitxa de l'alumnat

### 1. Introducció

En Joan i el Saffan són companys en el club de futbol del seu barri. Com cada tarda, es troben a l'entrada de les instal·lacions

quinze minuts abans del començament de l'entrenament. Així, mentre es canvien, poden parlar de les seves coses. Ja fa molt de temps que són amics i que s'ho expliquen tot.

Avui, però, l'entrenador els demana que s'afanyin i que vagin a buscar les pilotes de futbol que es guarden al barracó on s'emmagatzema tot el material. Aquest barracó, a banda de magatzem, també és la sala on hi ha la gran caldera que abasteix d'aigua calenta totes les instal·lacions del club.

Mentre van cap allà, el Saffan comenta al Joan:

**Saffan** "T'has fixat que sempre que comencem l'entrenament les pilotes estan molt inflades?"

**Joan** "Sí. L'altre dia ho comentàvem amb l'Òscar. Déu ser que cada dia l'entrenador les infla."

**Saffan** "Potser, sí. Però no crec que es dediqui a inflar cada dia 20 pilotes. Trigaria molt; i a més sempre va amb presses per marxar."

**Joan** "L'Òscar deia que era perquè al barracó on es guarden fa molta calor i que això fa que al començament les pilotes estiguin molt inflades, però jo crec que això no hi té res a veure."

**Saffan** "Sí que en fa, de calor, allà dins; però no crec que la calor agafi la bomba per inflar les pilotes i les infli. Ha! Ha! Ha!"

**Joan** "Sí, tens raó. Ha! Ha! Ha! Però ara que hi penso, la Carla, la professora de Ciències, l'altre dia va dir que la temperatura afectava la pressió dels gasos."

**Joan** "Demà li preguntaré a la classe de ciències."

**Q1** Ara et toca a tu. Creus que la temperatura pot afectar a la pressió del gas que hi ha dins d'una pilota? De quina manera?

## 2. Objectiu

En aquest dossier intentarem donar resposta a aquesta pregunta i, així, aclarir els dubtes d'en Joan i del Saffan. Per fer-ho, farem un seguit d'activitats que t'ajudaran a entendre la relació entre la pressió d'un gas i la seva temperatura. Mitjançant una experiència pràctica al laboratori i l'ús d'una simulació d'ordinador intentarem treure les conclusions oportunes. Comencem.

## 3. Quin efecte tenen les variacions de temperatura sobre la pressió d'un gas?

Farem una pràctica al laboratori per donar resposta a aquesta pregunta. Per fer-ho, necessitem saber quins altres factors afecten la pressió d'un gas per tal de poder-los controlar. D'aquesta forma avaluarem únicament els efectes de la temperatura sobre la pressió del gas.

**Q2** Coneixes algun factor que afecti a la pressió que exerceix un gas en un recipient tancat?

Ara pensem com podem fer la pràctica al laboratori. Per fer-ho, has de tenir en compte els factors que influeixen en la pressió i que disposes de l'equipament que es descriu a continuació:

### Equipament

Al laboratori disposem del material següent:

- Vas de precipitats d'1 L o més gran.
- Tub de vidre Pyrex d'uns 8 cm d'alçada i 2,5 cm de diàmetre.
- Tap de goma.
- Una agulla.
- Suports metàl·lics amb pinces i nous.
- Placa calefactora amb agitador magnètic.
- Sensor de pressió .
- Sensor de temperatura.

Els sensors es poden connectar a una consola i a un ordinador, en els quals es pot treballar amb les dades recollides.

### Procediment

A partir del material que trobes al laboratori parla amb el teu company de classe com faries la pràctica per tal de mesurar la pressió d'un gas a mesura que en varia la temperatura.

A l'hora de dissenyar el vostre experiment, cal que tingueu en compte que l'objectiu de la pràctica serà obtenir un conjunt de parelles de valors pressió-temperatura, de manera que puguem representar-los gràficament per tal de veure quina és la relació entre aquestes dues variables

Feu una petita redacció en què expliqueu el procediment que heu pensat. El podeu acompanyar d'un esquema que representi el muntatge.

Posada en comú de les diferents propostes.

**Q3** Després d'escoltar els diferents grups amb les seves propostes, descriu el procediment que hagueu acordat:

Un cop obtinguda el gràfic que et dóna el programa Multilab, respon:

**Q4**

Com és el gràfic?

Observes una variació de la temperatura constant?

I una variació de la pressió constant?

Varien de la mateixa forma la pressió i la temperatura?

Edita el gràfic per representar la pressió enfront de la temperatura. Observa el gràfic:

**Q5**

Com és el gràfic?

La variació de la pressió és proporcional a la temperatura?

Potser per respondre de forma més acurada aquestes preguntes, et convé fer el següent:

- Activa els cursors i situa'ls a cinc graus centígrads de diferència.
- Anota la variació de pressió que s'ha produït en aquests cinc graus.
- Fes el mateix per a deu i quinze graus.

**Q6**

En augmentar el doble la temperatura, ha augmentat el doble la pressió?

En augmentar el doble la temperatura, ha augmentat el doble la pressió?

Situa ara els cursors al començament i al final del gràfic, observa les variacions totals de temperatura i de pressió, i calcula l'increment de pressió que correspon a l'increment de temperatura d'un grau centígrad.

**Q7**

Sí la pilota de futbol tingués el mateix aire que has fet servir a la pràctica i es comportés de la mateixa manera, quina variació de pressió patiria la pilota, si la diferencia de temperatura entre l'exterior del barracó i l'interior és de 12 graus centígrads?

Adaptat de:

**Centre d'Experimentació i Documentació en Ciències i Tecnologia**

APARICIO, Ana; LOZANO, M.T. (2004)

**4. Simulació**

Fins ara hem treballat amb un gas real. Però un gas real es comporta de la mateixa manera que una simulació d'ordinador? Evidentment, no; però el simulador, tot i que és una aproximació més o menys propera a la realitat, ens dóna altres possibilitats d'experimentació.

Obre l'ordinador i el navegador que habitualment facis servir. Vés a la pàgina següent:

<http://dmentrard.free.fr/GEOGEBRA/Sciences/Chimie/Chimie/Gaz%20parfaits.html>

Hi trobaràs un programa que simula un recipient ple de gas. En aquest simulador podràs modificar alguns dels paràmetres que caracteritzen un gas, com pot ser la quantitat de substància, la temperatura, el volum o la pressió. Per tal de simular una pilota inflada, farem el que s'exposa a continuació:

a) Primer de tot, clicarem

ANIMER / ARRETER

per tal de veure el comportament de les partícules de gas a l'interior de la pilota.

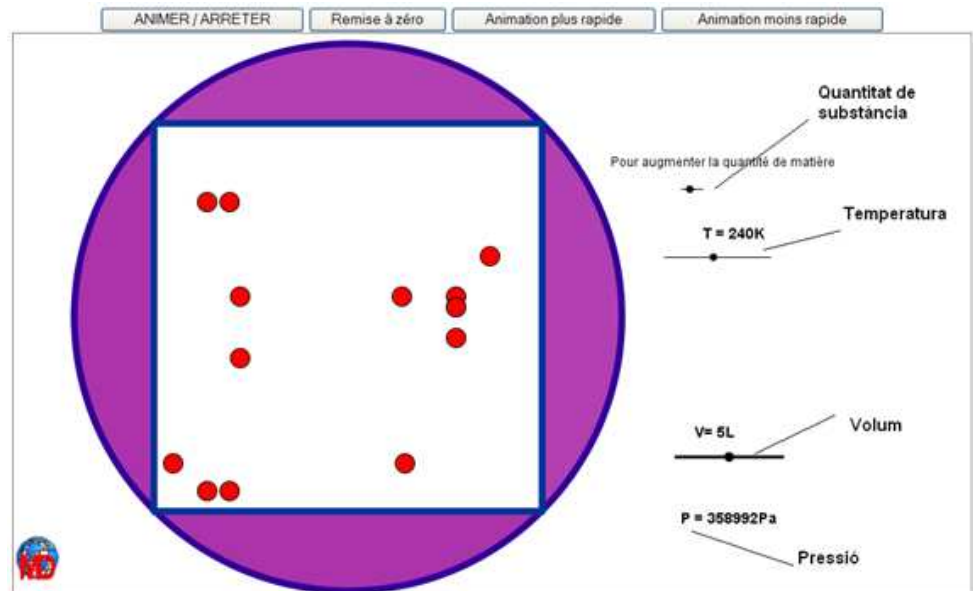
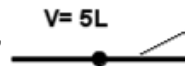


Fig. 1

**Q8**

Com es mouen les partícules?

b) Modifica el volum arrossegant el puntet que hi ha a sota del volum,  $V = 5L$ , cap a la dreta i cap a l'esquerra.

**Q9**

Què ha passat quan has augmentat el volum?

I quan l'has disminuït?

Com definiries el volum d'un gas?

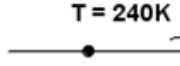
c) Ara modifica la variable "quantitat de substància",  .

**Q10**

Què els passa a les partícules?

Què creus que és la quantitat de substància?

d) Només falta analitzar la variable “temperatura”,  $T = 240\text{K}$ . Modifica-la.

**Q11**

Què els passa a les partícules?

Quina relació hi ha entre la temperatura i la velocitat de les partícules?

Bé, de moment hem vist què són la temperatura, el volum i la quantitat de substància, i com estan relacionades amb el comportament de les partícules que formen el gas.

**Q12** Omple el quadre següent per resumir tot el que hem après fins ara::

	Què els passa a les partícules que formen el gas...	Què li passa al gas...
...quan modifiques el volum?	<input type="text"/>	<input type="text"/>
...quan modifiques la temperatura?	<input type="text"/>	<input type="text"/>
...quan modifiques la quantitat de substància?	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Hem definit què són la temperatura, el volum i la quantitat de substància, però la pressió, què és?

**Q13** A què creus que es deu el valor de la pressió que marca l'animació?

**Q14** Què els passa, a les partícules, a l'interior del recipient quan hi ha un augment de la pressió?

Observem ara com influeix la variació de la temperatura d'un gas en la pressió que exerceix sobre el recipient que el conté. Per fer això, fixarem algunes de les variables anteriors i modificarem només el valor de la temperatura i la pressió. Fixa un volum de 5 L i augmenta la quantitat de substància fins al valor màxim que permet l'aplicació.

**Q15** Què creus que li passarà a la pressió si augmentes la temperatura?

**Q16** I si la disminueixes?

Comprova-ho modificant la temperatura.

**Q17** Què ha passat?

## 5. Conclusions

Després del que hem après sobre la pressió i la temperatura dels gasos, què els diries ara al Saffan i a en Joan sobre la raó per la qual les pilotes estan molt inflades quan les agafem del barracó?

**Q18** Resposta:

## 6. Reestructuració de coneixements

Fins ara hem treballat amb un model que ens ha permès entendre millor el comportament de les partícules del gas tancat en una pilota de futbol i la relació entre la temperatura i la pressió d'aquest gas però...

**Q19** Coneixes alguna altra situació en la qual sigui important controlar o tenir en compte la relació entre la temperatura a la qual està sotmès i la pressió que exerceix un gas tancat? Descric-ne alguna i el motiu pel qual és important considerar aquesta relació entre pressió i temperatura.

Et proposem ara que apliquis les conclusions extretes a altres exemples on pren especial importància la relació entre pressió i temperatura.

**Q20** Llegeix el següent article sobre els neumàtics a l'F1. <http://formula1home.wordpress.com/articulos/los-neumaticos-en-la-f1/>

- Quina pressió han de suportar els neumàtics d'un F1? Expressa-ho en Pa (recorda que 1 bar = 100000 Pa).
- Si es comet un error i es posa una pressió de 0.1 bar inferior a la indicada, com variarà la temperatura del neumàtic, si amb la pressió correcta està a 100 °C? Què li passarà al cotxe si es fa això?
- I si es posen 0,1 bar de més? Quina serà la temperatura? Què li passarà al cotxe?

**Q21** A la pàgina oficial de Goodyear, un dels principals fabricants de neumàtics, hi podem trobar la frase següent:

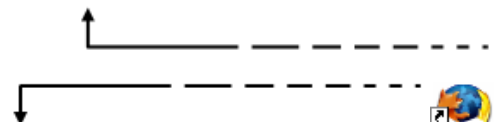
*"Compruebe siempre el inflado cuando los neumáticos estén fríos: cuando el vehículo se haya conducido menos de un kilómetro, o una hora o más después de conducirlo."*

[http://www.goodyear.eu/es\\_es/tire-advice/faq/tire-inflation.jsp](http://www.goodyear.eu/es_es/tire-advice/faq/tire-inflation.jsp)

Per què creus que fan aquesta recomanació?

**Q22** Disseny un experiment per arreglar una pilota de ping-pong que està abonyegada. Escriu les explicacions oportunes.

**Q23** A les etiquetes de molts esprais, se'ns indica que no els llencem al foc, ni tan sols quan s'ha esgotat el producte. Raona la conveniència d'aquest avís.



## Solucions

**Q1** Ara et toca a tu. Creus que la temperatura pot afectar la pressió del gas que hi ha dins d'una pilota? De quina manera?

L'augment de la temperatura del gas fa que augmenti la pressió, de manera que la caldera i/o el sol fan que, en començar l'entrenament, la pressió del gas a l'interior de les pilotes sigui més elevada.

**Q2** Coneixes algun factor que afecti la pressió que exerceix un gas en un recipient tancat? **Volum i quantitat de substància.**

**Q3** A continuació es descriu el procediment que s'ha pensat per fer aquesta pràctica:

### Material de laboratori:

- Vas de precipitats d'1L o més gran.
- Tub de vidre Pyrex d'uns 8 cm d'alçada i 2,5 cm de diàmetre amb tap de goma travessat amb una agulla.
- Connector de pressió Luer Lock.
- Suports metàl·lics amb pinces i nous.
- Placa calefactors de baixa potència, 250 W com a màxim (si és possible amb agitador magnètic)

### Elements de l'equip Multilog:

- Interfície MultiLogPro amb cable USB.
- Sensor de pressió (rang: 0 a 700 kPa; resolució: 0,72 kPa).
- Sensor de temperatura (rang: -25 °C a 110°C; resolució: 0,13°C).
- Ordinador.

### Procediment

#### Muntatge de l'experiència

Claveu l'agulla al tap de goma i tapeu el tub d'assaig. Subjecteu el tub amb les pinces i submergiu-lo dins del vas (procureu que no estigui en contacte amb les parets del vas).

Connecteu els sensors de temperatura i de pressió a les entrades 1 i 2 de la interfície.

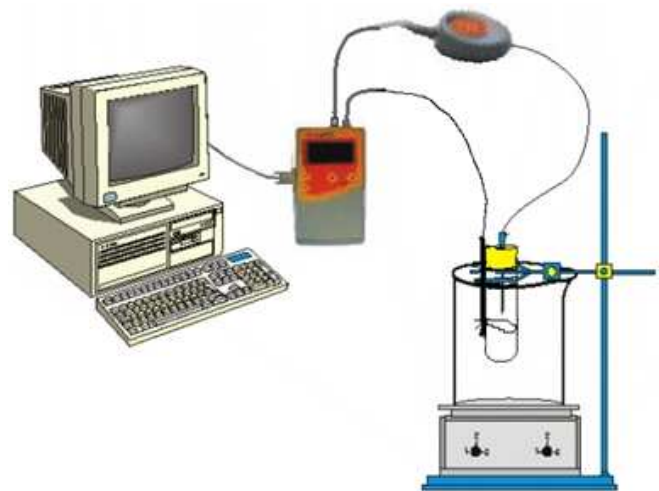


Fig. 2

Uniu el sensor de pressió a l'agulla, mitjançant el connector LuerLock.

Lligueu el sensor de temperatura al tub. Ompliu el vas amb una quantitat d'aigua suficient perquè s'hi pugui submergir el tub fins al nivell del tap i es pugui subjectar amb la pinça. Comproveu que el tub de vidre estigui ben tancat per evitar pèrdues d'aire. Engegueu la interfície.



Fig. 3



Connecteu-la interfície a l'ordinador amb el cable USB.

Obriu el programa Multilab



**ALTERNATIVA:** Si no disposeu del connector de pressió LuerLock i l'agulla, es pot treballar amb una xeringa amb l'èmbol fixat amb silicona o cola d'impacte i el sensor de pressió connectat directament a l'extrem de la xeringa.



Fig. 4



Fig. 5

#### Configuració del sistema

Cliqueu el botó **Configurar ajudant.**



- **Entrada 1:** temperatura (-25 – 110°C).
- **Entrada 2:** pressió (0 – 700 kPa)

Cliqueu **Proper** per obrir la finestra següent.

Seleccioneu una mostra cada segon.



Fig. 6

Cliqueu **Proper**

Seleccioneu **Per temps** : 1 hora i 23 minuts

#### Acabament

Si la configuració es fa per la consola, en l'opció temps caldrà escollir 5000 mostres.

#### Enregistrament de les dades

Comenceu la captació clicant el botó **Executar**

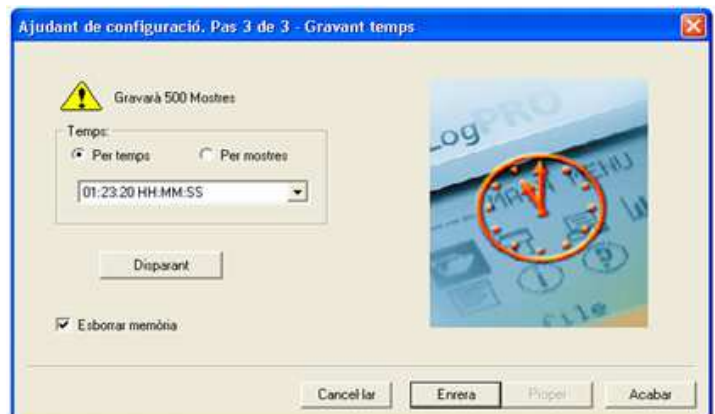



Fig. 7





Endol·leu la placa calefactora (seleccioneu una potència baixa, segons el tipus de placa d'uns  $70^{\circ}\text{C}$ ) i comenceu l'agitació de l'aigua del vas mentre es va escalfant perquè la temperatura sigui homogènia. Observeu a la pantalla del monitor els valors de pressió i temperatura de la taula. Les variacions de pressió i temperatura són molt lentes.

Comproveu que la pressió va augmentant, encara que sigui molt lentament (si no ho fa és que hi ha pèrdues d'aire i caldrà revisar el muntatge i tornar a repetir tot el procés des del principi).


Quan la temperatura arribi a uns  $55^{\circ}\text{C}$  acabeu les captacions. Cliqueu el botó  i, a continuació, desendol·leu la placa calefactora.

Anomenar i guardar l'arxiu amb l'opció **Guardar com** del menú **Guardar**.

#### Anàlisi i tractament de les dades

Determineu els increments de la pressió i de la temperatura de l'aire del tub amb el botó **Commutar primer cursor**, , i **Commutar segon cursor** .

Calculeu l'increment de pressió que correspon a un increment de temperatura d' $1^{\circ}\text{C}$ .

Per treballar amb el gràfic  $P-T$ , cliqueu el botó **Editar gràfic**, .

Poseu nom al gràfic, i seleccioneu els conjunts de valors que interessa que estiguin representats als eixos. Activeu a l'eix  $OY$  les dades de pressió i a l'eix  $OX$  les dades de temperatura. Desactiveu a l'eix  $OY$  les dades de temperatura. Després cliqueu **D'acord**.

Trobeu l'equació que relaciona la pressió i la temperatura amb el botó **Ajust lineal**. L'equació us apareixerà a la barra d'informació de la mateixa finestra (noteu que la pressió és expressada en Pa).

*Adaptat de:*

**Centre d'Experimentació i Documentació en Ciències i Tecnologia**  
 APARICIO, Ana; LOZANO, M.T. (2004)

**Q4** Com és el gràfic? **S'obtenen dos gràfics que són rectes afins.**

Observes una variació de la temperatura constant? **Sí**

I una variació de la pressió constant? **Sí**

Varien de la mateixa forma la pressió i la temperatura? **La variació de la pressió és més lenta.**

**Q5** Com és el gràfic? **És una recta afí.**

La variació de la pressió és proporcional a la temperatura? **Sí.**

**Q6** En augmentar el doble la tempera, ha augmentat el doble la pressió? **Sí.**

I si fas el triple la temperatura, augmenta el triple la pressió? **Sí.**

**Q8** Com es mouen les partícules? **Moviment caòtic, desordenat. Amb velocitats diferents. Xoquen amb les parets del recipient, però no s'aprecia que xoquin entre si.**

**Q9** Què ha passat quan has augmentat el volum? **La resposta serà que el recipient s'ha fet més gran.**

I quan l'has disminuït? **El mateix comentari que abans.**

Com definiries el volum d'un gas? **L'espai que ocupa.**

**Q10** Què ha passat? **Ha augmentat/disminuït el nombre de boletes / partícules.**

Quina creus que és la quantitat de substància? **La quantitat de partícules/molècules/àtoms que tenim dins el recipient.**

**Q11** Què els passa, a les partícules? **En general, sembla que es moguin més de pressa. Cal que es fixin que el que ha augmentat és la velocitat "mitjana", però que n'hi ha algunes que encara es mouen lentament.**

Quina relació hi ha entre la temperatura i la velocitat de les partícules? **Com més temperatura, més velocitat "mitjana" de les partícules.**

**Q12**

	<b>Què els passa a les partícules que formen el gas...</b>	<b>Què li passa al gas...</b>
<b>...quan modifiques el volum?</b>	<b>Tenen més / menys espai</b>	<b>Ocupa més espai</b>
<b>...quan modifiques la temperatura?</b>	<b>Es mouen més / menys ràpidament</b>	<b>Estarà més calent</b>
<b>...quan modifiques la quantitat de substància?</b>	<b>N'augmenta / disminueix el seu nombre</b>	<b>Hi ha més gas</b>

**Q13** A què creus que es deu el valor de la pressió que marca l'animació? **A les col·lisions de les partícules amb les parets del recipient que conté el gas.**

**Q14** Què passa a l'interior del recipient quan hi ha un augment de la pressió? **Augmenta el nombre de xocs amb les parets del recipient.**

*Pista: A més de mirar les partícules, mira també les parets internes de l'objecte.*

**Q15** Què creus que li passarà a la pressió si augmentes la temperatura? **Augmentarà.**

**Q16** I si la disminueixes? **Disminuirà.**

**Q17** Què ha passat? **Quan hem augmentat la temperatura, la pressió ha augmentat i el contrari en disminuir-la.**

**Q18** Resposta: **Que si la temperatura del barracó és elevada a causa de la caldera, la pressió del gas a l'interior de la pilota també serà elevada. Caldria que reflexionessin sobre l'efecte de l'augment de la temperatura sobre la pressió d'un gas. Cal que pensin que inflar les pilotes també és augmentar la quantitat de substància i que això és augmentar la pressió, també.**

**Q19** Coneixes alguna altra situació en què sigui important controlar o tenir en compte la relació entre la temperatura a la qual

està sotmès i la pressió que exerceix un gas tancat? Descriu-ne alguna i el motiu pel qual és important considerar aquesta relació entre pressió i temperatura.

**Resposta oberta.**

- Q20**
- Quina pressió han de suportar els neumàtics d'un F1? Expressa-ho en Pa. (recorda que 1 bar = 100000 Pa)  
**1 – 1,2 bar, equivalents a  $10^5$  –  $1,2 \cdot 10^5$  Pa**
  - Si es comet un error i es posa una pressió 0,1 bar inferior a la indicada, com variarà la temperatura del neumàtic, si amb la pressió correcta està a 100 °C? Què li passarà al cotxe si es fa això?  
**Amb una pressió inferior, la temperatura disminuiria. Això seria cert si la temperatura no depengués també de factors com la meteorologia o l'asfalt, que són factors més decisius. El neumàtic perdria adherència.**
  - I si es posa 0,1 bar de més? Quina serà la temperatura? Què li passarà al cotxe?  
**La temperatura augmentaria. Amb temperatures superiors a les adequades, l'adherència del neumàtic disminueix i es desgastaria més ràpidament.**

**Q21** Per què creus que fan aquesta recomanació?

**Una mesura realitzada amb els neumàtics en calent serà errònia, perquè ens donarà un valor superior al real.**

**Q22** Dissenya un experiment per arreglar una pilota de ping-pong que està abonyegada. Escriu les explicacions oportunes.

**Posem una olla amb aigua, la portem a ebullició i posem la pilota a dintre. La temperatura del gas de l'interior de la pilota augmenta, ho fa també la pressió, cosa que fa que la pilota recuperi lentament la seva forma original. Existeixen alguns vídeos a YouTube en els quals es pot observar aquest experiment. També es pot proposar que ho facin ells, ho enregistrin i ho pengin.**

**Q23** A les etiquetes de molts esprais, se'ns indica que no els llencem al foc, ni tan sols quan s'ha esgotat el producte. Raona la conveniència d'aquest avís.

**Hi ha dos motius, principalment: un, perquè generalment acostumen a contenir materials inflamables. Però fins i tot si s'ha esgotat el producte, el gas líquid que actua com a propellant, en escalfar-se, augmenta de pressió, fins que l'envàs explota violentament.**



#### **Javier Cortés**

Javi Cortés és membre del grup DIATIC del Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) de la UAB. <http://www.crecim.cat>

#### **Montserrat Pagés**

Montserrat Pagés és membre del grup DIATIC del Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) de la UAB. <http://www.crecim.cat>

#### **Júlio Pérez**

Júlio Pérez és membre del grup DIATIC del Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) de la UAB. <http://www.crecim.cat>