

PROYECTO: INVESTIGAR y COMPRENDER LA NATURALEZA

LA ESTRUCTURA DE TODAS LAS COSAS

2º E.S.O. → 13-14 años

3º E.S.O. → 14-15 años

J. Martínez Torregrosa, M. Alonso Sánchez, F. Carbonell Gisbert,
J. Carrascosa Alís, J. L. Domenech Blanco, A. Domenech Pastor,
A. Domínguez Blay, L. Osuna García, R. Verdú Carbonell.

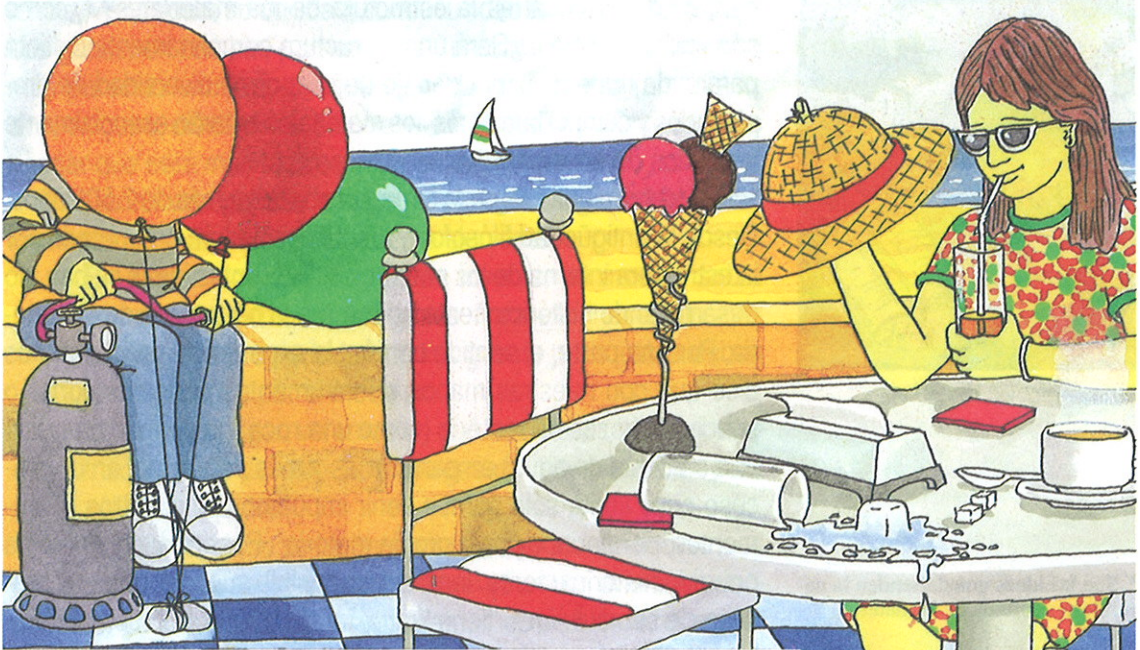
1997



ISBN : 84-8018-117-6

• Año 1997

ESTRUCTURA CORPUSCULAR DE LA MATERIA



Al principio del curso planteábamos la pregunta: ¿todas las cosas que vemos a nuestro alrededor —de una enorme variedad de propiedades y comportamiento— son intrínsecamente distintas o, por el contrario, existe algo común a todas ellas que pueda explicar esta variedad de un modo unitario y sencillo? Ello, desde la perspectiva del dilema entre la diversidad y a la unidad.

En el tema anterior hemos avanzado hacia la unidad, una idea que, como dijimos, ha orientado el trabajo de los científicos en la Física y la Química. En lugar de realizar una descripción detallada y cuidadosa de las propiedades de los distintos materiales, hemos dirigido nuestro estudio a buscar propiedades comunes a todos ellos. Como resultado de ese trabajo, sabemos que los sólidos y líquidos tienen masa (y, por tanto, son atraídos por los planetas: pesan) y volumen; y, lo que es más importante, los gases también (si bien su volumen puede ser variado mucho más fácilmente que el de líquidos y sólidos). La barrera, aparentemente obvia, entre sólidos y líquidos, por una parte, y gases, por otra, que aparecía como un serio obstáculo en el avance hacia una concepción unitaria de la materia, ha sido, pues, superada.

Siguiendo con el hilo conductor del curso, ¿qué nuevas preguntas podríamos plantearnos para continuar avanzando hacia una concepción unitaria de la materia?

Una buena pregunta sería la de cómo están formados los materiales para tener las propiedades y el comportamiento que tienen; es decir, ¿cuál es la estructura de los materiales? (¿cómo son «por dentro»?). ¿Será una estructura completamente distinta para cada material o, por debajo de la enorme diversidad de propiedades y comportamientos, los materiales estarán esencialmente formados de un modo similar?

Se trata de una pregunta formulada hace ya más de 2.500 años. Desde la antigüedad filósofos y científicos se han preguntado por la estructura interna de los materiales. Diferentes ideas se han ido desarrollando históricamente en torno a la naturaleza de la materia. Por una parte, el sentido común, la experiencia cotidiana, nos dice que con nuestras manos o instrumentos podemos cortar o subdividir trozos de materia (como una roca, un pedazo de tela o una cantidad de agua) en partes más y más pequeñas, en un proceso cuyo límite sólo parece venir impuesto por nuestros instrumentos, pero nunca por la propia materia¹. Por otro lado, como ha ocurrido históricamente, también es posible suponer que ese proceso de subdivisión sí tiene límite, impuesto por la propia naturaleza de la materia, o, mejor aún, que todos los materiales están formados por partículas diminutas que no pueden subdividirse o cortarse de nuevo².

Teniendo en cuenta estos antecedentes históricos, pero, sobre todo, a partir del conocimiento que ya hemos alcanzado de las propiedades generales de la materia, en este tema vamos a buscar un modelo que pueda explicar cómo están formados todos los materiales que nos rodean. Este modelo debe contribuir a explicar tanto la enorme variedad de propiedades y comportamiento de los distintos materiales, como el que todos tengan propiedades comunes.

Dado el inmenso número de materiales existentes, para poder avanzar es necesario que nos fijemos un plan de trabajo útil.



¹ Son las ideas que defienden la naturaleza continua de la materia

² Ideas que defienden la naturaleza discontinua de la materia



A.1. Pensad una estrategia adecuada para investigar la estructura de la materia; es decir, para investigar «cómo es por dentro».

Intentaremos reproducir el proceso que, históricamente, se ha mostrado más fructífero: inventar un modelo sobre la estructura de la materia a partir del conocimiento de algunas de sus propie-

dades. Y dado que la materia tiene un comportamiento muy diverso, nos centraremos inicialmente en aquella parte de la misma (los gases) que, en principio, tiene un comportamiento más simple. Los sólidos y líquidos tienen una gran diversidad de propiedades y éstas lo son en grados variables: dureza, elasticidad, resistencia, viscosidad, solubilidad, conductividad térmica y eléctrica... Los gases, en cambio, parecen tener un comportamiento mucho más parecido entre sí, aunque sean de distinto tipo (amoníaco, aire, oxígeno, dióxido de carbono, etc.), lo que, en principio, hace pensar que será más fácil estudiar su estructura.

Por tanto, una posible estrategia para investigar cómo están formados los materiales puede ser la siguiente:

- ✓ En primer lugar, trataremos de inventar un modelo sobre cómo están formados los gases. Para ello, necesitaremos analizar las propiedades de los gases, pues éstas deben ser explicadas por el modelo.
- ✓ En segundo lugar, veremos en qué medida el modelo, construido a partir del estudio de los gases, «sirve» también para sólidos y líquidos.
- ✓ Por último, como se ha hecho hasta ahora, reflexionaremos sobre lo que se ha avanzado en relación con el hilo conductor general del curso, y señalaremos los problemas que queden planteados y abiertos.

El ÍNDICE de este tema queda, pues, como sigue:

1. Búsqueda de un modelo para la estructura de los gases.
 - 1.1. Propiedades de los gases.
 - 1.2. Un solo modelo que explique las distintas propiedades.
2. ¿Es extensible el modelo a sólidos y líquidos?
 - 2.1. Algunas propiedades de sólidos y líquidos semejantes a las de los gases.
 - 2.2. Extensión del modelo cinético corpuscular a sólidos y líquidos. Cambios de estado. Una misma sustancia en tres estados distintos: el agua.
3. Conclusiones y problemas abiertos.
4. Actividades complementarias.

1. BÚSQUEDA DE UN MODELO PARA LA ESTRUCTURA DE LOS GASES

1.1 Propiedades de los gases

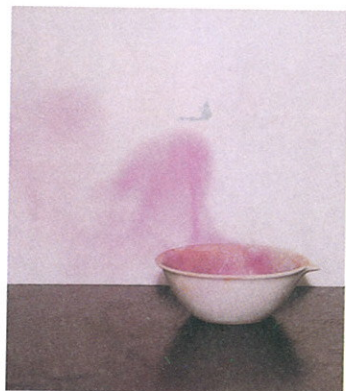
Puesto que un modelo de cómo están formados los gases debe explicar su comportamiento y propiedades, comenzaremos por describir lo que sabemos de éstos.



A.2. Citad gases que conozcáis y mencionad propiedades de los mismos. Diseñad, y poned en práctica, experiencias para mostrar dichas propiedades.

³ Se puede obtener con ácido nítrico sobre cobre (¡atención!, siempre hay que manejarlos dentro de una campana de extracción de gases ya que son tóxicos).

⁴ Mediante la sublimación de yodo sólido en una cápsula de porcelana.



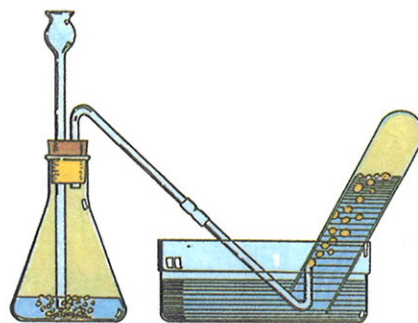
El hecho de que la mayoría de los gases que se presentan cotidianamente no se pueda ver, hace pensar a muchas personas que todos los gases son aire (que tampoco se puede ver). Sin embargo, aunque, efectivamente, hay muchos gases incoloros, éstos no son, en absoluto, idénticos al aire. Así, por ejemplo, el butano, el amoníaco o el hidrógeno presentan propiedades y comportamientos diferentes y, evidentemente, no son aire. Por otra parte, es posible fabricar algunos gases coloreados, como, por ejemplo, el dióxido de nitrógeno³ o el yodo⁴.

De todas formas, habréis comprobado que la variedad de los gases no impide que sea relativamente sencillo encontrar algunas propiedades comunes en su comportamiento, como son:

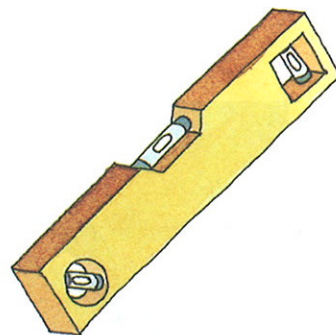
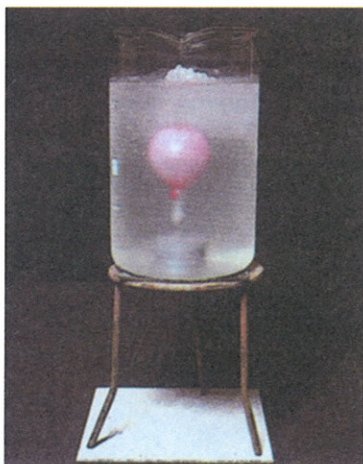
- Los gases se pueden coger (almacenar, encerrar) y «ver».
- Se difunden con cierta facilidad, es decir, ocupan todo el recipiente donde se hallan y se mezclan fácilmente (difusibilidad).
- Ejercen fuerzas (presión) sobre las paredes del recipiente que los contiene.
- Se pueden comprimir y expandir fácilmente (compresibilidad).
- Al calentarlos se dilatan, si puede variar el volumen del recipiente en que se encuentran; o, en caso contrario, aumenta la fuerza que hacen sobre las paredes de dicho recipiente (dilatación térmica o aumento de la presión al aumentar la temperatura).

Podéis realizar experimentos sencillos con botellas, globos, jeringas, colchones neumáticos, neumáticos de coches o bicicletas, balones, ollas a presión... para poner de manifiesto el comportamiento de los gases en situaciones cotidianas.

Es fácil comprobar que los gases se pueden coger utilizando bolsas de plástico, aunque, cuando se desea realizar trabajos más precisos con gases y medir su volumen, la bolsa de plástico no es lo más adecuado, y se plantea la necesidad de recoger los gases en recipientes graduados como, por ejemplo, una jeringa o una probeta. Para ello puede hacerseles burbujear a través del agua y llenar un matraz o una probeta graduada invertidos, midiendo de este modo el volumen de gas recogido, como podéis apreciar en la figura. Concretamente, por este método de «burbujeo» se puede recoger hidrógeno⁵, butano o dióxido de nitrógeno. Igualmente se ve una burbuja de aire dentro del aceite en los niveles que utilizan los albañiles (ver figura).



⁵ Una forma de obtener hidrógeno es con ácido clorhídrico diluido y cinc.

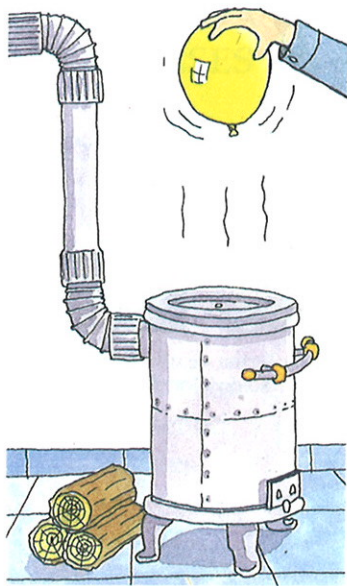


⁶ El tubo debe ser corto para que se pueda ver mejor. También puede ser interesante hacer la experiencia con un tubo en forma de U.

Por otra parte, la difusión se pone de manifiesto cuando olemos el perfume de un frasco que se encuentra en el otro extremo de una habitación. Pero no sólo es posible percibir la difusión, sino que podemos verla, como muestra la figura. Al introducir un algodón empapado de clorhídrico y otro de amoníaco cada uno en uno de los extremos de un tubo de vidrio, se difunden el cloruro de hidrógeno y el amoníaco, gases incoloros, y al reaccionar producen cloruro de amonio de color blanco⁶.

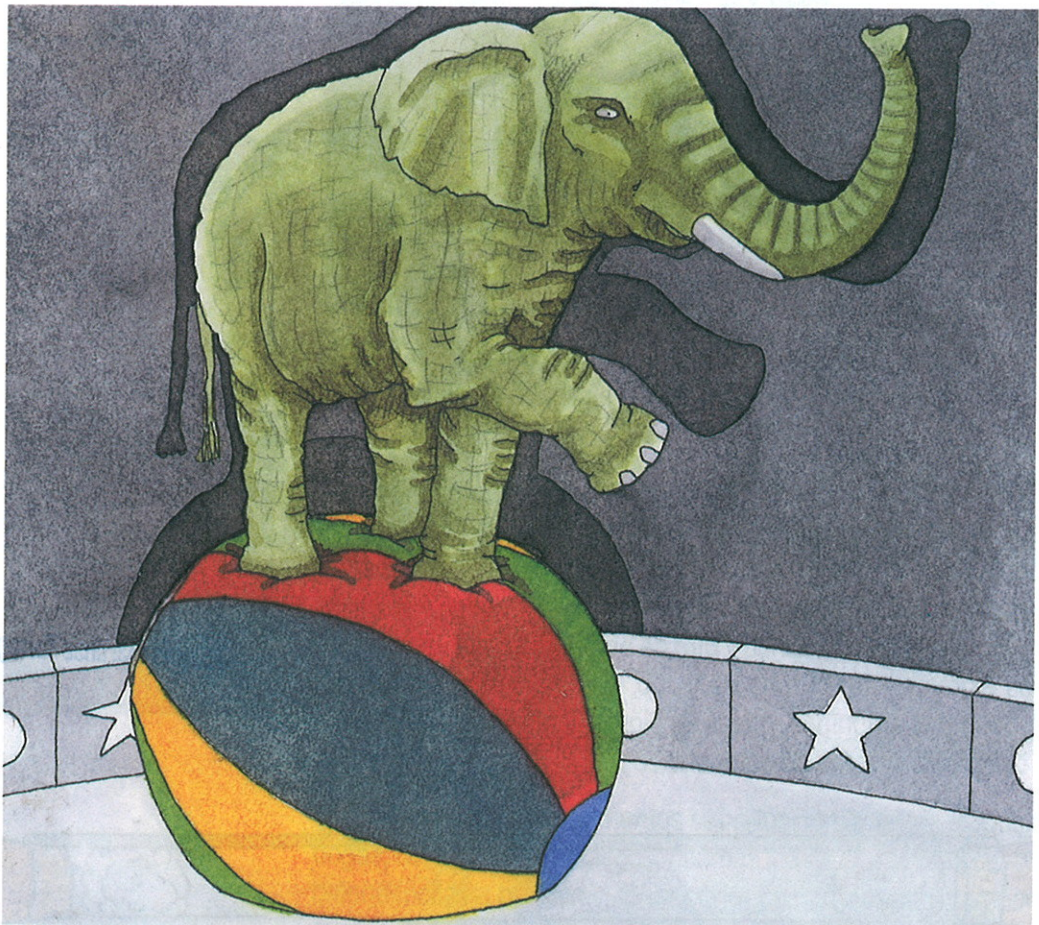
Joaquín Martínez Torregrosa





Respecto a que los gases realizan fuerzas sobre las paredes del recipiente que los contiene, éste es un efecto que pasa desapercibido cuando las paredes de los recipientes son rígidas, pero que se pone de manifiesto cuando éstas son elásticas o móviles, es decir, cuando puede variar el volumen del recipiente. Al hinchar un globo, una bolsa de plástico o un balón, puede apreciarse la fuerza que ejerce el aire u otro gas. En sentido contrario, al comprimir el aire que hay dentro de una jeringa o dentro del bombín de una bicicleta, cada vez cuesta más esfuerzo (si el aire no ejerciera fuerza sobre el émbolo, no costaría esfuerzo alguno comprimirlo hasta un volumen prácticamente nulo).

Hay otras muchas situaciones cotidianas (el estar sostenidos por el aire de una colchoneta o de un flotador) donde se pone de manifiesto que los gases realizan suficiente fuerza como para aguantar el peso de una o más personas. Incluso, el peso de un camión o un coche es sostenido por el aire de sus ruedas.



También es posible apreciar que los gases se pueden comprimir o expandir con relativa facilidad, por ejemplo, utilizando un bombín de bicicleta o jeringas a las que hemos tapado el orificio de salida con un tapón (o si son de plástico, quemado su extremo).

Por último, se puede apreciar que, al calentarse, los gases se dilatan acercando un globo (poco hinchado) a un foco caliente (una estufa); dejando un balón deshinchado al sol; introduciendo una jeringa⁷ totalmente cerrada, que previamente haya estado en el congelador de un frigorífico, en agua caliente... Sin embargo, cuando las paredes del recipiente son rígidas, podemos apreciar que aumenta la presión al calentar el gas, como en el caso de una olla a presión o una cazuela con tapadera.

Todas estas situaciones muestran el tipo de comportamiento de la materia en estado gaseoso y pueden servir como punto de partida para especular acerca de un posible modelo de los gases que explique su comportamiento. A esta tarea se dedica el apartado que ahora comienza.

⁷ Se puede usar un globo que haya sido hinchado previamente varias veces (para aumentar su elasticidad) o una bolsa de plástico en la boca de un erlenmeyer



De esta forma podemos medir la capacidad pulmonar.