



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

XIII JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Noves estratègies organitzatives i metodològiques en la formació
universitària per a respondre a la necessitat d'adaptació i canvi



JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA **XIII**

Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación
universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio

ISBN: 978-84-606-8636-1

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-606-8636-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Publicación: Julio 2015

Enseñanza problematizada de las propiedades de la materia para futuros maestros de Educación Primaria

R. Limiñana Morcillo, A. Menargues Marcilla, J. Martínez-Torregrosa, R. Colomer Barberá, L. Osuna García y I. Luján Feliu-Pascual

*Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas. Facultad de Educación.
Universidad de Alicante.*

RESUMEN (ABSTRACT)

Una de las grandes ideas de las ciencias que debería formar parte de la educación de todo ciudadano es que todas las cosas, aunque estén hechas de materiales muy diferentes o estén en distintos estados (gases, líquidos y sólidos), están formadas por átomos y moléculas. Sin embargo encontramos dificultades entre los alumnos universitarios del Grado de Maestro de Primaria para apropiarse de estas ideas. Este hecho no es sorprendente: la existencia de una estructura interna común a todas las cosas no es evidente. Para la inmensa mayoría de las personas existe una barrera entre los líquidos y sólidos, por una parte, y los gases, por otra. Un paso necesario para que se comprenda que todo está formado por átomos y moléculas es asignar propiedades a los gases, tomar conciencia de su naturaleza “material”, al igual que sólidos y líquidos. La secuencia de actividades que se presenta en este trabajo tiene como objetivo que los futuros maestros de primaria comprendan cuál es la estructura de la materia, es decir, cómo están formadas todas las cosas y, de esta manera, contribuyan a “romper” la barrera entre los sólidos y líquidos, y gases por otro lado en su práctica docente en la escuela.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; indagación; investigación guiada; formación de profesores.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando miramos a nuestro alrededor observamos multitud de objetos, cada uno formado de un material distinto, y algunos muy diferentes entre sí. Por ejemplo, en la Naturaleza vemos personas, rocas, imanes, árboles, coches, edificios, el mar, el Sol, la Luna, animales variados, objetos de plástico, de hierro, de aluminio... Pero, ¿puede alguien pensar que todas estas cosas tengan algo en común?, ¿que existan ideas aplicables a toda la inmensa variedad que forma la naturaleza?, ¿que pueda explicarse la enorme variedad de propiedades, organismos, comportamientos, movimientos... a partir de unas pocas hipótesis? Parece claro que los materiales sólidos y líquidos pueden tener propiedades similares pero, ¿y los gases?, ¿estarán formados de igual manera que los sólidos y líquidos?, ¿presentan las mismas propiedades que éstos?

El tema que aquí se presenta, “La estructura de todas las cosas” hace referencia a una de las grandes ideas de la ciencia (Harlen, 2010), que son aquellas que todo ciudadano alfabetizado científicamente, para su desarrollo como ciudadano, debería conocer y entender al acabar su enseñanza obligatoria. Por lo tanto, ya desde la etapa infantil, cualquier cosa que se haga relacionada con la enseñanza de las ciencias, debería estar encaminada a proporcionar algún conocimiento relacionado con estas ideas, de manera que puedan ser entendidas y utilizadas de manera funcional en el futuro. En este sentido, queda claro que la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria debe estar enfocada a contribuir al desarrollo de estas grandes ideas de la ciencia.

Por lo tanto, parece claro entonces que estas ideas deberían ser conocidas por los profesores de Educación Primaria, con el fin de poder enseñar a los niños los conocimientos necesarios sobre estos temas, para lo cual deberían poder identificar previamente qué es importante dentro de esta idea de la ciencia. Además, que los profesores “dominen” estas ideas les proporciona la confianza necesaria para poder transmitir a los alumnos la pasión por estos temas, como base para su futuro desarrollo como ciudadanos con competencias científicas.

Sin embargo esto no siempre es así y muchos profesores de primaria en activo no poseen estos conocimientos como para poder planificar la enseñanza de las cuestiones importantes en ciencia. Por lo tanto, la formación universitaria de los futuros maestros de Educación Primaria debería considerar el proporcionar una formación suficiente como para que éstos pudieran saber qué es importante para planificar una enseñanza en el futuro con sus

alumnos que garantice que éstos adquieran los conocimientos necesarios (y correctos) en temas científicos.

Durante las últimas décadas se ha destacado la importancia de enseñar ciencia haciendo ciencia. Es decir, la transmisión de “conocimientos científicos” (enseñanza tradicional) es insuficiente a la hora de que esos conocimientos adquiridos se puedan utilizar de manera funcional. Por lo tanto, es necesario que esos conocimientos científicos en la educación formal se adquieran de la misma manera que los científicos crean nuevos conocimientos en ciencia: a partir de las prácticas científicas (National Research Council, 1996, 2012). Los conocimientos en ciencia no se adquieren por transmisión directa o mediante demostraciones científicas descontextualizadas, sino que esos conocimientos hay que re(construirlos) a partir de preguntas de interés que están en el núcleo de esas grandes ideas de la ciencia mencionadas anteriormente (e.g. Gil-Perez & Carrascosa, 1994). Es decir, la ciencia en la escuela debe estar en consonancia con las prácticas derivadas del método científico; partiendo de una situación o problema de interés, los niños deben ser capaces de formular sus hipótesis (o predicciones), pensar cómo van a comprobar si sus hipótesis son correctas o no, llevar a cabo la investigación planteada para ello, obtener datos y conclusiones para ver si sus predicciones son correctas o no, y poder comunicar lo que han averiguado a otras personas. En la práctica, esto se conoce como enseñanza de las ciencias mediante investigación, enseñanza mediante investigación guiada, enseñanza problematizada o enseñanza mediante indagación (con niños pequeños, que no pueden establecer verdaderas hipótesis de investigación). Para que los profesores puedan llevar a cabo este tipo de enseñanza con sus alumnos de Educación Primaria en el futuro, es necesario que hayan vivido “en su propia carne” este tipo de enseñanza, para que comprueben que pueden aprender “de verdad un tema de ciencias”, como paso necesario para que puedan utilizar esta metodología cuando estén en activo.

Para contribuir a este cometido, en este trabajo presentamos una secuencia de enseñanza de las ciencias mediante investigación guiada destinada a que los futuros maestros del Grado de Maestro en Educación Primaria aprendan “en profundidad” un tema de ciencias e identifiquen aspectos importantes sobre ese tema. Como se indicaba al principio de este apartado, la secuencia trata sobre las propiedades comunes y diferenciadoras de la materia, así como de la búsqueda de un modelo que nos pueda explicar de qué está formada la materia y las propiedades de ésta, sea cual sea el estado de agregación (sólido, líquido o gaseoso).

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

La secuencia de enseñanza propuesta tiene como título: “**¿Cómo son los materiales por dentro? (¿cuál es la estructura de todas las cosas?)**”. Dentro de la estructura de una secuencia de enseñanza de las ciencias por indagación (Verdú & Martínez-Torregrosa, 2005), el índice (plan a seguir para avanzar en la pregunta de interés propuesta) de la secuencia de enseñanza propuesta es el siguiente:

- 1. Una primera barrera a superar es la que existe entre líquidos y sólidos, por un lado, y los gases por otro lado. Por lo tanto, un primer paso a dar es conocer las propiedades comunes de la materia (peso, masa y volumen), así como alguna propiedad que nos sirva para diferenciar unas sustancias de otras (densidad). A partir de ahí, tendríamos que ver si estas propiedades se aplican tanto a líquidos y a sólidos (que es más evidente), como a los gases.
- 2. Una vez hecho esto, deberemos plantear un primer modelo de cómo están formados los materiales por dentro. Para ello comenzaremos con materiales que tengan un comportamiento (unas propiedades) lo más sencillo posible y trataremos de centrarnos en tratar de explicar lo común; por lo tanto, primero estudiaremos los gases (son todos más parecidos entre sí) y luego los sólidos y líquidos (entre los cuales existe una mayor diversidad y propiedades más distintas).
 - 2.1 Identificaremos las propiedades comunes de los gases y buscaremos una estructura que explique dichas propiedades.
 - 2.2 Si encontramos un modelo para los gases, intentaremos aplicarlo a los líquidos y sólidos, empezando por ver si podemos explicar propiedades de los líquidos y sólidos que sean parecidas a las de los gases.

La secuencia de actividades propuesta completa se presenta en el Anexo I. Esta secuencia está basada en un libro de texto de Educación Secundaria (Martínez-Torregrosa et al., 1997), el cual se encuentra disponible en la siguiente dirección: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/6059>

3. CONCLUSIONES

El presente trabajo presenta una secuencia sobre el estudio de la materia mediante indagación dirigida a la formación en ciencias de los estudiantes del Grado de Maestro en

Educación Primaria de la Universidad de Alicante. En esta secuencia se buscan, en primer lugar, propiedades generales y diferenciadoras de la materia para, posteriormente, buscar un modelo que nos explica cómo están formadas las cosas por dentro: el modelo cinético corpuscular. Mediante el desarrollo de esta tema con esta metodología buscamos dos cosas: primero, que los estudiantes adquieran conocimientos en profundidad sobre un tema de ciencias y segundo, que se den cuenta de que pueden aprender de verdad, ambas cosas necesarias para mejorar su actitud y confianza a la hora de enseñar ciencias en el futuro a sus alumnos.

A falta de obtener datos más detallados que permitan evaluar cuantitativamente los efectos que tiene el desarrollo de esta secuencia en los conocimientos adquiridos por los estudiantes de magisterio, hay que destacar los buenos resultados obtenidos en los cursos académicos 2013/2014 y 2014/2015, tanto en los estudiantes de los grados, tanto en el de maestro en Educación Primaria como el de maestro en Educación Infantil, con más del 80% de los estudiantes alcanzando los conocimientos esperados sobre el tema en pruebas objetivas sobre el tema antes de la realización de los exámenes finales de las asignaturas donde se imparte esta secuencia.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gil-Pérez, D., & Carrascosa, J. (1994). Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: a permanent feature in innovations in science teaching. *Science Education*, 78(3), 301–315.
- Harlen, W. (Ed.) (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: ASE.
- Martínez-Torregrosa, J., Alonso, M., Carbonell, F., Carrascosa, J., Domenech, J. L., Domenech, A., Domínguez, A., Osuna, L., & Verdú, R. (1997). *La estructura de todas las cosas*. Valencia: Aguaclara.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Verdú, R., & Martínez-Torregrosa, J. (2005). *La estructura problematizada de los temas y cursos de Física y Química como instrumento de mejora de su enseñanza y aprendizaje*. Valencia: University of Valencia.

5. ANEXOS

Anexo I. Secuencia de actividades sobre las propiedades de la materia y la estructura de los mismos.

¿CÓMO SON LOS MATERIALES POR DENTRO?

(¿Cuál es la estructura de todas las cosas?)

1. LA BÚSQUEDA DE PROPIEDADES COMUNES EN UN MUNDO DIVERSO: PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA.

En la naturaleza vemos personas, rocas, imanes, árboles, coches, edificios, el mar, el Sol, la Luna, animales variados, objetos de plástico, de hierro, de aluminio... ¿Puede alguien pensar que todas estas cosas tengan algo en común?, ¿que existan ideas aplicables a toda la inmensa variedad que forma la naturaleza?, ¿Qué pueda explicarse la enorme variedad de propiedades, organismos, comportamientos, movimientos... a partir de unas pocas hipótesis?

En ese sentido vamos a intentar avanzar en este tema, centrando nuestro interés en la enorme variedad de materiales (“todas las cosas que nos rodean y nosotros mismos”) que se encuentran en la naturaleza. De manera casi inmediata, lo que nos indica el “sentido común” es que no tiene nada que ver un sólido con un líquido o con un gas.

El **objetivo** de este tema, el problema al que nos vamos a enfrentar, es determinar la estructura de la materia, es decir, cómo están formadas todas las cosas. A fin de precisar más el problema conviene que advirtamos su dificultad.

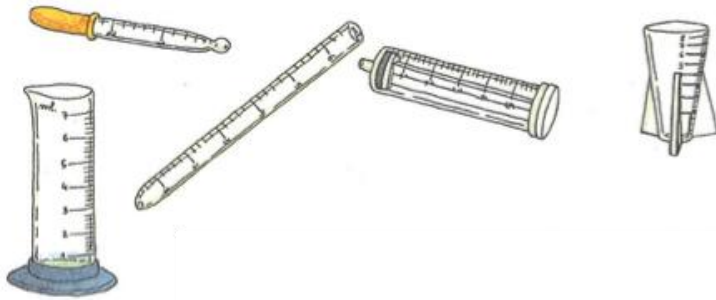
A.1 Nombrar objetos, materiales o sustancias que parezcan muy diferentes. Trata de encontrar algunas propiedades comunes a todos los objetos o sustancias nombrados.

Te habrás dado cuenta que, cuando nos referimos a objetos o sustancias sólidas o líquidas (un trozo de hierro, un bolígrafo, un folio, aceite, el agua de un vaso, un cinta elástica, una pluma...) no resulta difícil encontrar propiedades que, en un principio pueden ser comunes a todos ellos (pesan “ocupan un espacio”, “se pueden tocar”...). Sin embargo aparecen serias dificultades al plantearnos si esas propiedades son también comunes a los gases (una “porción” de aire, de oxígeno, de hidrógeno...). Es posible, incluso, que algunos de vosotros hayáis pensado que los gases son “inmateriales”. A primera vista parece evidente que existe una “barrera” entre los gases, por un lado, y los sólidos y los líquidos por otro. Así pues, si queremos avanzar en el problema que hemos planteado, no nos debemos dejar llevar por las evidencias de “sentido común”. Debemos analizar, con detalle, aquellas propiedades que parecen ser comunes a sólidos y líquidos y, también, las razones por las que creemos que los gases no las tienen, con el fin de asegurarnos de si existe tal barrera.

1.1 ¿Qué es el volumen? ¿Cómo se mide?

A.2. Con objeto de concretar la idea intuitiva de volumen, haz estimaciones comparativas (por ejemplo, ordenándolos de menor a mayor) del volumen de algunos objetos sólidos o líquidos. Comprueba después la validez de las estimaciones realizadas.

Para poder medir el volumen de los líquidos y de los sólidos es necesario tomar una cantidad de dicha magnitud como unidad.



A.3. Define una unidad de volumen y algunos de sus múltiplos o divisores más importantes.

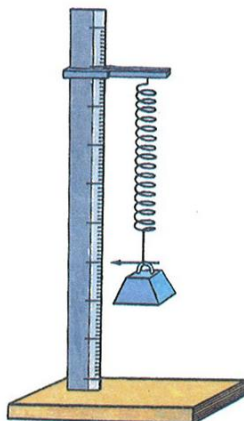
En el Sistema Internacional (S.I.) se ha elegido como unidad de volumen el m^3 , es decir, el espacio que ocupa un cuerpo de forma cúbica (o cubo) de 1 metro de lado. Como esta unidad no es cómoda para expresar el volumen de cuerpos que usamos cotidianamente, se suelen utilizar divisores (dm^3 , cm^3 , mm^3). Los instrumentos de medida de volúmenes de líquidos, sin embargo, suelen estar calibrados en litros (l), centilitros (cl) y mililitros (ml). Sus equivalencias son: $1dm^3 = 1 l$ y, por tanto, $1 cm^3=1ml$.

A.4. Como vemos, todo objeto sólido o líquido tiene volumen “ocupan un espacio”. El volumen parece ser una propiedad general de sólidos y líquidos, pero ¿el volumen de un objeto es siempre el mismo o varía según las condiciones? Propón ejemplos que aclaren la cuestión.

1.2 ¿Qué es el peso? ¿Cómo se mide?

Al principio del tema hemos afirmado que cualquier objeto, sólido o líquido pesa. Parece, pues, que el peso es una propiedad general de los sólidos y los líquidos, que los separa de los gases. Pero si deseamos encontrar propiedades generales a todas las cosas, es necesario detenemos en la naturaleza del peso de los cuerpos: cómo medirlo, asegurarnos de si es una propiedad general o no, si es variable o invariable, etc. Cuanto mayor sea nuestra comprensión del peso de los cuerpos, más fácil será pensar si puede constituir una separación tajante entre sólidos/líquidos y gases.

A.5. ¿De qué piensas que depende el estiramiento de un muelle al colgarle un peso? Trata de pensar también el tipo de dependencia esperada.



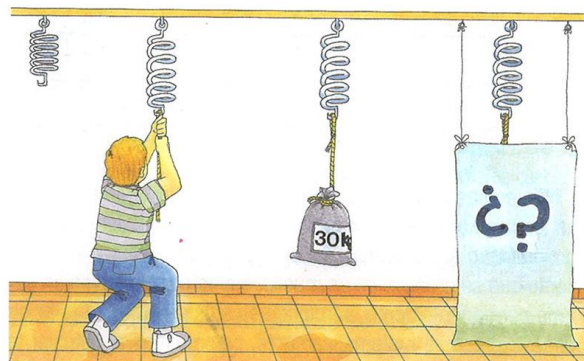
El siguiente diseño es un instrumento práctico para medir el peso en el que podemos adoptar el valor del peso de un objeto como unidad y utilizar después dos, tres, cuatro..., objetos iguales entre sí de tal forma que el peso que cuelga del muelle será igual al número de piezas que hayamos colgado (tomando como unidad el peso de una pieza).

A.6. Un grupo de alumnos ha realizado un experimento colgando diferentes pesos en un muelle y ha obtenido los siguientes resultados:

Interpreta los resultados y estudia si guardan algún tipo de relación.

Disponemos ahora de un instrumento que nos permite comparar distintos pesos, es decir, medirlos. Podemos utilizar para profundizar en nuestra comprensión del concepto de peso de los objetos. Con este fin, centraremos nuestra atención en el hecho de que el estiramiento que produce un cuerpo, al ser colgado de un muelle, también puede producirse realizando una fuerza sobre él.

A.7 Imaginar que disponemos de dos muelles iguales como los de la figura. ¿Podríamos saber qué hay detrás del cuadrado?

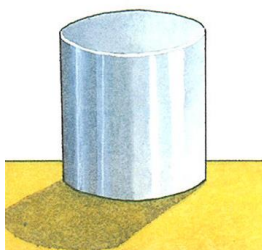


¿El peso es una propiedad invariable de los objetos? ¿No podría ser que el peso de un cuerpo fuera debido a que la Tierra estira de él hacia abajo, hacia su centro, de modo parecido a como un imán atrae los trozos de hierro? Si comprobáramos que el valor del peso varía con la distancia a la Tierra, reforzaríamos la idea de que el peso de un objeto es la fuerza con que es atraído por la Tierra y no una propiedad del mismo. A medida que nos alejamos de la Tierra, el estiramiento del muelle sería menor. Por otro lado sabemos que, en la superficie de la Luna, un mismo objeto produciría un estiramiento, en el mismo muelle, menor que el que produciría en la superficie de la Tierra y éste, a su vez, sería menor que el que se produciría en la superficie de Júpiter. El estiramiento no se debe a una propiedad intrínseca del objeto, ya que depende del lugar donde se encuentre. Pero aunque el peso de un cuerpo varía de un lugar a otro, sabemos que hay algo que no cambia esté donde esté.

A.8. Un trozo de un material se coloca en la

P (U.A.)	0	1	2	3	4	5
E (cm)	0	2,4	4,8	7.2	9.6	12

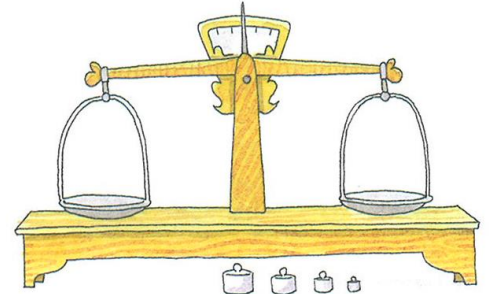
superficie de la Tierra, de la Luna y de Júpiter. ¿Qué podemos decir de su peso y de la “cantidad de materia” que tiene en cada sitio?



A esa propiedad de un cuerpo que no varía con independencia del lugar donde se encuentre (en la superficie de la Tierra o en el espacio intergaláctico) ni cuando se calienta o se enfría (el volumen sí varía) se le llama masa. Nos indica “la cantidad de materia” que tiene un objeto. Para medirla se ha tomado como unidad la masa de un objeto “patrón” – un cilindro de 10 cm de altura y 10 cm de diámetro, de platino e iridio, que se guarda en condiciones especiales. A la que se le dio el nombre de

kilogramo. Para poder comparar masas de distintos cuerpos se ha tenido en cuenta que todos los cuerpos son atraídos por la Tierra y que, en el mismo lugar, la fuerza con que es atraído un cuerpo depende de su masa, de modo que un cuerpo, cuya masa fuera el doble o el triple que la de otro, también pesaría dos o tres veces más.

Esto permite utilizar la balanza (de brazos exactamente iguales y platillos a la misma altura sobre el suelo) para poder comparar masas. En esas condiciones, cuando los platillos están equilibrados, las masas de los cuerpos son iguales.



Como hemos dicho anteriormente el peso es la fuerza con la que “estira” un objeto (por ejemplo la Tierra) a otro objeto (por ejemplo, una persona) hacia su centro y por lo tanto se mide en Newtons (N). El Newton es la unidad de fuerza (¡no es una unidad de masa!). La fuerza con que un planeta atrae un kilogramo de masa es una característica del planeta y del lugar donde se encuentre el cuerpo y se expresa en N/Kg.

A.9. En la superficie de la Tierra vale 9,8N/Kg; en la de la Luna vale 1,6 N/Kg; y en la de Júpiter 25,9 N/Kg. ¿Cuál es la masa y el peso de una persona de 70 Kg en cada uno de estos sitios?

A.10. Un astronauta va alejándose de la superficie terrestre... ¿Cuándo dejará de pesar?

La fuerza con la que un planeta atrae a un objeto disminuye según se va alejando el objeto del planeta, pero sólo se hace nula a una distancia infinita. La fuerza con la que la Tierra atrae a un Kg varía muy poco al pasar desde el suelo a 500 Km de altura: de 9,8 N/Kg a 8,4 N/Kg. Por tanto, un astronauta a 500 Km sobre la superficie terrestre pesa sólo un poco menos que en el suelo. El hecho de que haya o no atmósfera no afecta en nada a la atracción gravitatoria. En la superficie lunar una persona pesaría una sexta parte de lo que pesaría en la superficie terrestre y al tener una anatomía adaptada a soportar un peso seis veces mayor, acciones como andar, correr, saltar o lanzar objetos producen resultados sorprendentes.

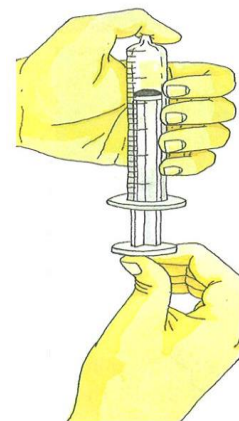
...Sabías que en nuestra atmósfera, a partir de una altura de 34 Km sobre el suelo, la cantidad de aire es despreciable. Piensa en dos ciudades que estén separadas por esa distancia. Pues, a esa distancia, medida en vertical desde el suelo, prácticamente no hay aire, sino vacío.

2. UNA PRIMERA BARRERA A SUPERAR: LA EXISTENTE ENTRE GASES Y SÓLIDOS/LÍQUIDOS.

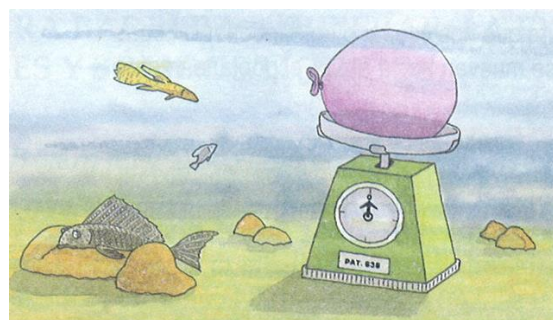
Como hemos dicho al comienzo del tema, algunas de las propiedades que parecían comunes a sólidos y líquidos no lo eran para los gases. Lo obvio, lo que parece de “sentido común” es que los gases carecen de alguna/s de las propiedades que hemos visto anteriormente.

A.11. Analizar en qué medida las propiedades que hemos estudiado en el apartado anterior (volumen, peso, masa) lo son, también, de los gases. Exponed argumentos y ejemplos que apoyen vuestras opiniones.

Es muy probable que conozcas experiencias que muestren que los gases sí ocupan espacio (es decir, tienen volumen), aunque éste todavía puede variar más fácilmente que el de sólidos y líquidos. Cuando cerramos herméticamente la salida de una jeringa y ponemos el émbolo, el aire de su interior tiene un volumen cuyo valor podemos medir. Si presionamos con el émbolo, el volumen de aire que hay en la jeringa disminuirá pero, si no puede salir cada vez tendremos que hacer un fuerza mayor para reducirlo (¡pruébalo!). En cambio, mostrar que los gases pesan no es tan fácil. Es necesario poner a prueba algunas de las razones por las que muchas personas creen que los gases no pesan (y, por tanto no tienen masa). Por ejemplo: que “flotan”, que no caen o que se mueven hacia arriba.



A.12. Una báscula (o un muelle) se encuentra totalmente sumergida dentro del agua. Indica lo que marcará cuando se coloque sobre ella una bolsa de plástico llena de agua.



A.13. Puesto que nos encontramos sumergidos en “un mar de aire”, al colocar una bolsa con aire en una balanza, nos encontramos en la situación anterior. ¿Qué podríamos hacer, entonces, para comprobar si el aire – y cualquier gas- pesa?

Tras realizar la última actividad hemos comprobado que los gases tienen volumen y masa y, por tanto son atraídos por la Tierra, es decir, pesan. Los hechos de que se difundan, ocupando el recipiente en el que se encuentran y de que seamos “buzos en un mar de aire” dificultan que advirtamos su peso. El volumen y la masa son propiedades, pues, de todos los materiales, independientemente de su naturaleza y de que sean sólidos, líquidos o gaseosos.

3. ¿QUÉ PROPIEDADES NOS SIRVEN PARA DIFERENCIAR LOS DISTINTOS MATERIALES?

Las propiedades que hemos visto hasta ahora (volumen, masa y peso), por ser propiedades generales de la materia, no sirven para diferenciar unos materiales de otros. En este sentido, vamos a utilizar las magnitudes generales para concretar una de las propiedades diferenciadoras de los materiales que nos resulta más intuitiva y familiar: la existencia de materiales más o menos “ligeros”.

A.14. Describe el uso de algún material que se utiliza porque “es ligero” y otro porque “es pesado”. ¿Qué pesa más la madera o el hierro?

Basta reflexionar un poco para advertir que cuando, en la vida cotidiana, alguien dice que “el hierro pesa más que el aluminio” se refiere a que un trozo de hierro tiene mayor masa que otro de aluminio del mismo volumen. Es decir, que para comparar la propiedad espontáneamente llamamos “ligereza” o “pesadez” de cuerpos de materiales distintos, hemos de tener en cuenta tanto su masa (o su peso) como su volumen. Vamos a tratar de inventar una magnitud para operativizar esta propiedad.

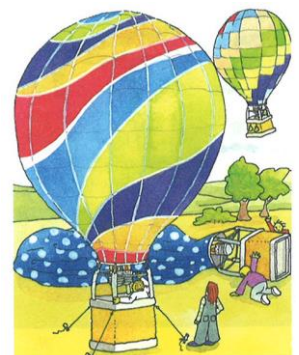
A.15. Se tienen dos objetos A y B de tamaños distintos y hechos con materiales diferentes ¿Cómo podríamos determinar cuál de los dos materiales es más ligero?

El cociente entre la masa de un objeto y su volumen (m/V) es útil para operativizar la propiedad de los cuerpos que vulgarmente se llama “ligereza” o “pesadez”, y que científicamente se llama densidad.

A.16. ¿Qué crees que pesa más, una persona de 70Kg o el aire que hay en el aula? (la densidad del aire a 20°C es de 1,20Kg/m³).

Como sabemos, los objetos menos densos que un líquido flotan en él y los más densos se hunden (si están totalmente rodeados de líquido). Algunas personas confunden densidad con viscosidad. El aceite de oliva, por ejemplo, es mucho más viscoso que el agua, pero menos denso: flota en ella.

A.17. Para que un fluido flote sobre otro es necesario que el primero sea menos denso. Sin embargo, los globos aerostáticos utilizan aire y se elevan en él. ¿Cómo es posible?



A.18. Los peces tienen una bolsa llena de gas llamada vejiga natatoria, que les permite ascender o hundirse. Da una posible explicación de este hecho.

A.19. Haz una recapitulación del tema visto hasta aquí, con las ideas más importantes.

Siguiendo con el hilo del tema, ¿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 los materiales “por dentro”?)**. Dado que la materia tiene un comportamiento muy

diverso, nos centraremos inicialmente en los gases que, en principio, tienen un comportamiento más simple. Los sólidos y los líquidos tienen una gran diversidad de propiedades y éstas, a su vez, 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, lo que 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:

- 1) 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.
- 2) Veremos en qué medida el modelo, construido a partir del estudio de los gases, “sirve” también para sólidos y líquidos.
- 3) Reflexionaremos sobre lo que hemos avanzado sobre el problema planteado y veremos a las conclusiones que hemos llegado.

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

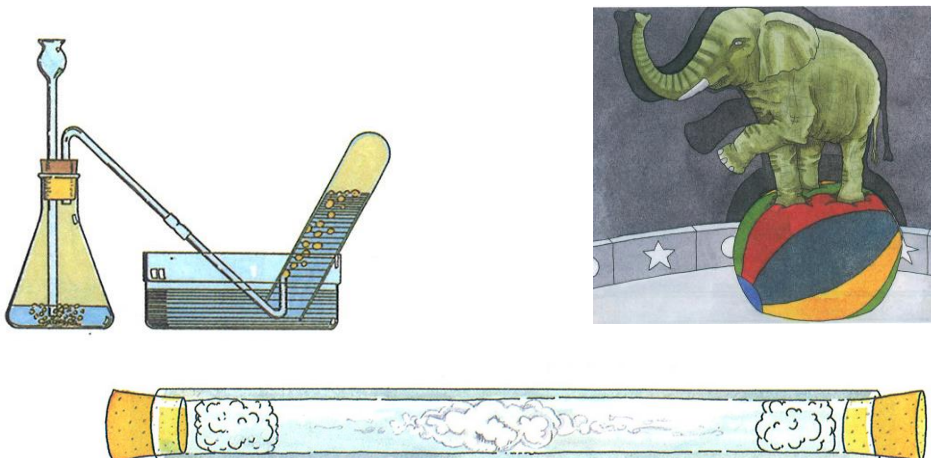
4.1 Propiedades de los gases

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

A.20. Enumera diversos gases y escribe propiedades comunes que tengan.

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 hay muchos gases incoloros, estos no son idénticos al aire.

A.21. Diseño de varias experiencias que prueban las propiedades de los gases.



Las experiencias que acabas de ver 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.

4.2 Un único modelo que explique distintas propiedades

Una vez que hemos descrito algunas propiedades de la materia en estado gaseoso, estamos en situación de buscar un modelo que sea capaz de explicarlas *todas*.

A.22. Piensa en qué estructura debe tener un gas para explicar sus propiedades.

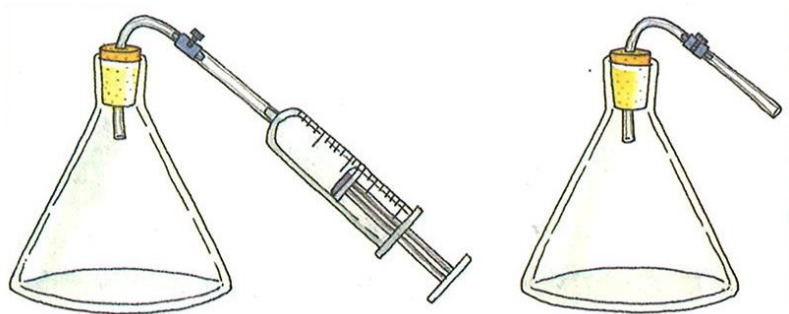
A.23. Utiliza el modelo anterior para explicar por qué los gases:

- Se pueden comprimir tanto*
- Se pueden mezclar tan fácilmente*
- Ejercen fuerza sobre las paredes del recipiente en que se encuentran*
- Al calentarlos se dilatan o, si el recipiente que los contiene no puede variar su volumen, aumenta la presión*

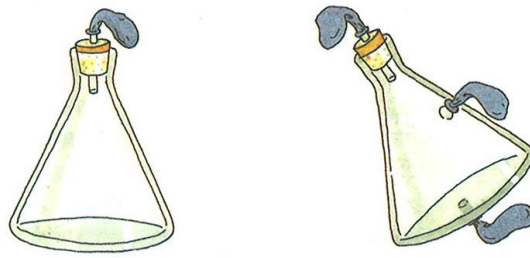
Como habrás comprobado, el modelo cinético corpuscular permite explicar todas las propiedades señaladas.

A continuación realizaremos dos actividades para afianzar algunos aspectos del modelo cinético corpuscular de los gases.

A.24. Del matraz de la figura, que contiene aire, se extrae parte del contenido con una jeringa. Suponiendo que las partículas se pudieran “ver”, representad cómo se “vería” el aire antes y después de haber extraído parte del mismo. ¿Y si se hubiera extraído todo?



A.25. Si calentamos el matraz de la figura a) ¿Qué crees que le pasará al globo? Explica por qué. ¿Y en el caso de la figura b)?



A.26. Indicar de qué factores dependerá la presión que ejerce un gas sobre las paredes del recipiente donde se encuentra. Poner ejemplos de la vida diaria en los que se aumente la presión variando alguno de los factores citados.

Hemos representado las partículas de gas encerrado en un recipiente, pero muchos fenómenos son debidos a que vivimos inmersos en un mar de aire, lo que significa que en el exterior de los recipientes también existen partículas en movimiento que chocan contra las paredes.

A.27. Teniendo en cuenta el aire que nos rodea, explica los siguientes fenómenos:

- a) por qué hay que hacer fuerza para despegar una ventosa de la pared.
- b) por qué se chafa la lata del experimento.
- c) el funcionamiento de un bebedero de pájaros.
- d) por qué sube el refresco por una pajita al aspirar.

A.28. Completa la siguiente tabla-resumen sobre el modelo cinético corpuscular de los gases.

Propiedad (descripción macroscópica)	Explicación (descripción microscópica)

A.29. Explicad el funcionamiento de una cafetera a partir del modelo corpuscular de la materia.



5. ¿ES EXTENSIBLE EL MODELO A SÓLIDOS Y LÍQUIDOS?

Ya tenemos un modelo que explica el comportamiento de los gases, pero nuestro objetivo inicial era encontrar un modelo para la estructura de los materiales, tanto gaseosos como sólidos o líquidos. Vamos a plantearnos, ahora, si será posible extender el modelo cinético

corpuscular de los gases a los sólidos y los líquidos. Para ello empezaremos buscando semejanzas entre ellos, es decir, propiedades de los gases que también pueden tener los sólidos y los líquidos. Si consiguiésemos encontrar estas semejanzas, también cabe esperar que se puedan explicar con el modelo, lo cual nos permitiría consolidarlo todavía más y, con ello, avanzar en nuestro propósito de generalizar el modelo cinético corpúscular de los gases al resto de la materia.

5.1 Algunas propiedades de sólidos y líquidos semejantes a las de los gases.

Como nuestro objetivo es extender el modelo cinético corpúscular de los gases a toda la materia, comenzaremos buscando posibles semejanzas de los sólidos y los líquidos con los gases.

A.30. Considerad las propiedades de los gases estudiadas en el apartado 4.1 y decidid en qué medida lo son también de líquidos y sólidos.

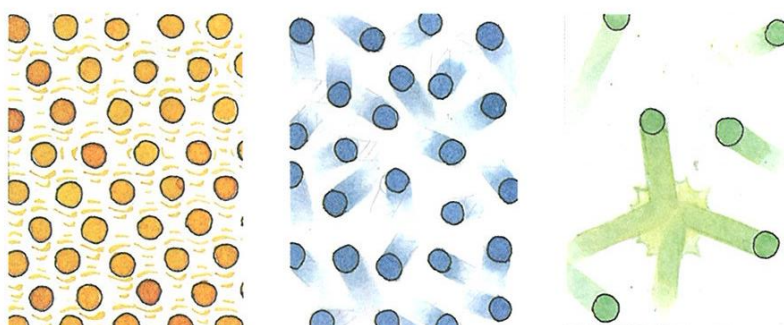
Dada la variedad de propiedades que se han considerado para los gases y lo distintos que parecen, a primera vista, de los líquidos y los sólidos, parece claro que, si se consigue que el modelo construido para los gases explique alguna de las propiedades de líquidos y sólidos, será (como punto de partida) un gran avance. Con este objetivo no vamos a fijarnos en cualquier propiedad, sino que pensaremos en aquellas que inicialmente puedan parecer más próximas a las de los gases. Se trata de buscar posibles puntos comunes o próximos, y no de resaltar las evidentes diferencias.

Hemos visto que existen algunos puntos de coincidencia entre sólidos, líquidos y gases, que permitirán avanzar en nuestro problema de si es posible generalizar el modelo cinético corpúscular de los gases al resto de la materia.

Continuaremos el trabajo estudiando la posible aplicación de dicho modelo a los cambios de estado, que constituyen el nexo de unión entre sólidos, líquidos y gases. Es decir, para decidir si el modelo cinético corpúscular es extensible a líquidos y sólidos, empezaremos buscando sustancias que puedan cambiar de un estado a otro, por ejemplo del estado gaseoso al líquido, y de éste, al sólido. Si el modelo cinético corpúscular es válido, ha de explicar cómo se producen los cambios de estado y las diferencias de comportamiento entre gases, líquidos y sólidos.

A.31. Citad ejemplos de materiales conocidos que se presenten en diferentes estados (gaseoso, líquido, sólido). Indicad qué debe ocurrir para que se produzca el cambio.

A.32. Partiendo del modelo cinético corpúscular y teniendo en cuenta las diferencias de comportamiento señaladas, explicad, a modo de hipótesis, qué sucede cuando un gas se convierte en líquido y éste en sólido.



A.33. Realiza una síntesis del modelo cinético corpuscular de la materia (tanto para gases como para líquidos y sólidos) y una tabla donde se expliquen, a partir del modelo, algunas de las propiedades de líquidos y sólidos.