



TEMA PROPIEDADES DE LA MATERIA

PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO.

En nuestra práctica como profesores hemos detectado que la introducción del concepto de sustancia pura plantea una problemática específica. Este tema se ha construido teniendo en cuenta las dificultades observadas, que comentaremos más adelante, pero la efectividad del planteamiento propuesto todavía no ha sido evaluada.

El punto de partida habitual de la enseñanza de la química lo constituye la introducción de los conceptos de sustancia pura, mezcla de sustancias, sustancia elemental, sustancia compuesta, proceso físico y proceso químico. Desde nuestro punto de vista, un aprendizaje significativo requeriría que los alumnos alcanzaran los siguientes objetivos:

1. Comprender las definiciones macroscópicas de los conceptos indicados.
2. Interpretar microscópicamente los conceptos indicados en el marco de la Teoría Atómico Molecular.
3. Entender cómo el establecimiento macroscópico de los conceptos indicados hace posible la construcción de la Teoría Atómico Molecular.

Evidentemente la consecución de los objetivos 2 y 3 debe plantearse como simultánea y requiere haber alcanzado previamente el objetivo 1.

Nosotros siempre hemos organizado el proceso de enseñanza aprendizaje siguiendo un esquema historicista que es compartido por la mayoría de los manuales de Química. En líneas generales, la idea es la siguiente: Una vez establecidos los conceptos macroscópicos, se les plantea a los alumnos cómo mejorar la Teoría Corpuscular para dar cuenta de los mismos.

Los resultados que hemos obtenido hasta el momento no han sido del todo satisfactorios. Las deficiencias se centran fundamentalmente en la asimilación de los conceptos macroscópicos. Los dos errores más habituales son los siguientes:

- a. Los alumnos tienen tendencia identificar como sustancia pura los materiales tal como se encuentran en la naturaleza.
- b. Existe una gran confusión entre los conceptos de mezcla de sustancias y sustancia compuesta, así como entre los conceptos de proceso físico y proceso químico

Sin embargo, sorprendentemente, nuestros alumnos sí que adquieren un nivel aceptable por lo que se refiere a la interpretación microscópica, en el marco de la Teoría Atómico Molecular, de los conceptos mencionados. Así resulta que, por ejemplo, tienen claro que una sustancia pura está formada por un solo tipo de moléculas, pero consideran como sustancias puras la leche acabada de ordeñar, el agua de un manantial o el aceite de oliva virgen.

¿Cómo se explican estos resultados? Es obvio que nuestros alumnos no han asimilado los conceptos macroscópicos ni, por lo tanto, la forma en como a partir de ellos se construye la Teoría Atómico Molecular. Aún cuando no era este nuestro propósito, han aceptado la existencia de los átomos y las moléculas sin ningún tipo de crítica y, afortunadamente, emplean esta teoría de forma coherente, pero desligada de cualquier contacto con su realidad cotidiana.



Creemos que el origen del problema se encuentra en que hemos infravalorado la dificultad que encierra la comprensión del concepto macroscópico de sustancia pura (que lleva implícita su distinción del concepto macroscópico de mezcla de sustancias). Consideramos que se trata de un concepto mucho más abstracto de lo que parece a primera vista. Al menos de lo que a nosotros nos parecía antes (reflejo de la consideración que tiene en los manuales al uso).

Este análisis nos ha llevado a concluir que debemos cambiar nuestra práctica docente por lo que se refiere a la introducción del concepto de sustancia pura. Hemos partido de dos ideas básicas:

1. La construcción del concepto macroscópico de sustancia pura requiere de un referente empírico más sólido del empleado hasta ahora.
2. La construcción del concepto macroscópico de sustancia pura debe realizarse en un contexto problematizado.

Aun cuando en un principio nos preocupaba solo la problemática del concepto de sustancia, los requerimientos antes indicados nos han conducido a diseñar un hilo conductor que creemos puede convertirse en uno de los ejes vertebradores de toda la asignatura. En la propuesta que presentamos la construcción de los conceptos macroscópicos de sustancia pura, mezcla de sustancia, sustancia elemental y sustancia compuesta se realiza en el marco de una investigación cuyo objetivo es conseguir clasificar los diferentes tipos de materia que existen en la naturaleza.

Nuestro punto de partida consiste en introducir el concepto de material como forma genérica de referirse a cualquier tipo de materia, y plantear el interés científico que tiene conocer los diferentes tipos de materiales que existen en la naturaleza. El primer paso consiste en estudiar de forma cualitativa las propiedades que permiten diferenciar los materiales entre sí. Las que nosotros hemos seleccionado han sido las siguientes: el color, el olor, el sabor, la dureza, la tenacidad, la elasticidad, la solubilidad en líquidos, la conductividad térmica, la densidad, el punto de fusión y el punto de ebullición. El objetivo es que los alumnos tengan claro que existe una gran cantidad de propiedades que permite diferenciar unos materiales de otros y que tengan cierto conocimiento empírico de las mismas.

Una vez que los alumnos se han familiarizado con algunas de las propiedades que permiten diferenciar entre distintos tipos de materiales se les introduce en la problemática que conduce a la construcción del concepto de sustancia. Si se intenta clasificar los materiales que se encuentran en la naturaleza fijándonos en sus propiedades macroscópicas se acaba en un callejón sin salida ya que la variedad de materiales parece infinita. No se trata de que los alumnos lleguen a esta conclusión a través del trabajo experimental. El profesor debe introducir esta idea aprovechando el conocimiento cualitativo que los alumnos han adquirido de las propiedades de la materia estudiadas.

Para hacer frente a esta problemática, los conceptos de sustancia pura y mezcla de sustancias se introducen simultáneamente como hipótesis teóricas cuyo objetivo es encontrar un orden subyacente al aparente desorden. La idea básica del razonamiento es la siguiente: Las mismas sustancias puras, mezcladas en proporciones diferentes, dan lugar a materiales con propiedades macroscópicas distintas. Así resulta que la diversidad de la materia es menos que la que parece existir a primera vista.



Es para una correcta comprensión del concepto de sustancia pura es importante dejar claro su carácter "ideal". No se trata de realizar una reflexión explícita al respecto. Es suficiente que los alumnos la asuman una serie de ideas operativas:

1. Los materiales tal como los encontramos en la naturaleza no son sustancias puras sino mezclas. Las sustancias puras se obtienen separando los distintos componentes de estas mezclas, pero esta separación nunca llega a ser perfecta.
2. Históricamente ha ocurrido que materiales que en un momento dado se han considerado sustancias puras luego han resultado ser mezclas. Desde un punto de vista macroscópico, la consideración de un material como sustancia pura siempre es una hipótesis revisable.

Llegados a este punto queremos reflexionar sobre una dificultad de carácter lingüístico. Hasta el momento hemos empleado el termino tradicional de "sustancia pura", pero a partir de ahora lo vamos a abandonar. El concepto que en la literatura química se denomina "sustancia pura" nosotros lo vamos a llamar "sustancia" ¿Cuál es el motivo? La televisión. O, mejor dicho, la impotencia que sentimos ante la televisión. En la publicidad televisiva se hace una identificación muy fuerte entre los términos "puro" y "natural" en su acepción de "no sometido a transformaciones industriales". El conflicto semántico de este uso del calificativo "puro" y el concepto de "sustancia pura" es inevitable. Nuestra opción es discutible... Se podría optar por intentar que los alumnos distinguieran las dos acepciones... A nosotros no nos merece la pena. En cualquier caso, se trata de una cuestión de detalle.

Una vez se han construido los conceptos macroscópicos de sustancia y mezcla de sustancias, se orienta a los alumnos para que amplíen la Teoría Corpuscular de la materia. Se realiza así una primera aproximación al concepto de molécula. Posteriormente se introducen los conceptos macroscópicos de sustancia simple y sustancia compuesta. Su interpretación microscópica conduce a la construcción definitiva de los conceptos de átomo y molécula. Para concluir se procede de manera similar con los conceptos de proceso físico y proceso químico: primero se construyen macroscópicamente y luego se interpretan en el marco de la Teoría Atómico Molecular ya elaborada.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES COMENTADA

A continuación aparece reproducido todo el texto que se proporciona a los alumnos con el mismo formato de letra que se emplea en el cuaderno del alumno. Los comentarios para el profesor se diferencian por el estilo de letra. Por lo que se refiere a las experiencias propuestas solo se comenta cuál es su objetivo. Las especificaciones técnicas se comentan en un apartado posterior que aparece después del comentario de todas las actividades.

1. INTRODUCCIÓ: LA MATÈRIA

Constantment percebem la presència de nombrosos cossos al voltant nostre. Diem que tots ells estan formats per matèria, perquè anomenem matèria a tot allò que ocupa un lloc a l'espai. Són matèria tots els objectes que utilitzem en la nostra vida quotidiana, els éssers vius, el Sol, les estrelles i tots els astres de l'univers. I també una cosa tan subtil com l'aire o els núvols. Així doncs, és fàcil adonar-se que existeixen moltes classes de matèria diferents que anomenem materials. Cada material té el seu nom propi (seda, ferro, plàstic, fusta...)



A 1 Escriviu alguns objectes que normalment es fabriquen amb els següents materials: (a) alumini, (b) vidre, (c) marbre, (d) llana, (e) suro.

A 2 Escriu alguns dels materials que s'utilitzen per a fer els següents objectes: (a) una caixa, (b) una tanca, (c) un plat, (e) un tovalló, (f) una pilota.

El objetivo de las actividades es que los alumnos asuman la diversidad de materiales existentes y se planteen la utilidad que tiene el conocer las propiedades de los materiales a la hora de diseñar máquinas, herramientas...

2. PROPIETATS DE LA MATÈRIA

A 3 Tenim dos objectes: un de vidre, A, i un altre de ferro, B. Hem observat algunes de les seues propietats. Indiqueu quina propietat pot pertanyer a cadascú dels objectes:

Té un volum de 25 cm ³	<input type="checkbox"/>	Té una massa de 100 g	<input type="checkbox"/>
És de forma arrodonida	<input type="checkbox"/>	És atret per un imant	<input type="checkbox"/>
És incolor	<input type="checkbox"/>	Es trencar fàcilment	<input type="checkbox"/>
És transparent	<input type="checkbox"/>	Té una temperatura de 20 °C	<input type="checkbox"/>

L'activitat anterior posa en evidència que algunes propietats dels objectes, com la massa o el volum, no ens diuen res sobre la classe de matèria que els constitueix. Però els objectes posseeixen també moltes altres propietats que depenen exclusivament del tipus de matèria de la qual estan formats. Veurem a continuació algunes d'aquestes propietats.

A 4 Indiqueu algunes propietats que servisquen per distingir entre diferents tipus de matèria.

En la puesta en común de esta actividad interesa dirigir la discusión de manera que al menos aparezcan las propiedades que tenemos previsto estudiar. Se puede introducir el termino de propiedad intensiva para referirse a las propiedades que permiten diferenciar unos materiales de otros.

Si ens plantegem estudiar la matèria, la primera cosa que se'ns ocorre és determinar les propietats de tots els materials. Aquest coneixement té moltes aplicacions pràctiques, serveix per esbrinar quin material convé emprar per fabricar determinat objecte, pot utilitzar-se per distingir entre materials que son molt semblants...

A més a més, per als científics, el pla d'investigació proposat té l'objectiu d'aconseguir una classificació senzilla dels materials que es troben a la natura. Aquest seria el primer pas per construir una teoria que, millorant el model corpuscular, pugera explicar la diversitat de la matèria.



2.1 COLOR, OLOR I SABOR

Molts materials tenen un color característic que permet, si no reconèixer-los (pot haver-hi altres del mateix color), almenys distingir-los de molts altres. L'olor i el sabor també són propietats que serveixen per a diferenciar diverses classes de matèria. Però atenció, mai no has d'ordre directament substàncies desconegudes i menys encara tastar el seu sabor! Açò pot produir greus trastorns com a lesions a les vies respiratòries, intoxicacions, enverinaments...

Experiència I: Assajos a la flama

El objetivo de la experiencia es que los alumnos describan los colores del espectro a la llama de ciertas sustancias. (Ver pág. 15)

2.2 DURESA

És la resistència que els sòlids oposen a ser penetrats o ratllats per altres sòlids. El diamant és el material més dur que es coneix; amb ell es poden ratllar tots els altres sòlids. La seua gran duresa s'aprofita per a fer ferramentes amb una punta de diamant, que serveixen per a tallar els materials més durs. El plom, al contrari, és un metall tou. Es ratlla fàcilment amb un punxó d'acer; per això diem que el plom és més tou que l'acer.

Experiència II: Estudi comparatiu de la duresa de diferents materials.

El objetivo de la experiencia es que los alumnos ordenen diferentes materiales en función de su dureza relativa viendo cual es capaz de rayar a cual. (Ver pág. 15)

2.3 TENACITAT

Es diu que un material és **tenaç** quan és difícil de trencar. És una propietat essencial en els materials que s'empren per a fabricar peces que han de resistir grans esforços, com les bigues dels edificis, les ferramentes, les peces dels motors, etc.

No cal confondre la duresa amb la tenacitat. El vidre, per exemple, és molt dur perquè hi ha pocs materials que puguin ratllar-lo. Però no és tenaç perquè es trenca fàcilment amb un colp. Quan un material és poc tenaç diem que és un material **fràgil**.

A 5* Un material pot ser fràgil i dur al mateix temps? Justifica la teua resposta i posa exemples.

La respuesta a la actividad se encuentra en el texto. Se trata de una actividad de comprensión lectora. Su realización se puede encargar como trabajo para casa.

2.4 ELASTICITAT

Tots els cossos sòlids es poden deformar en major o menor grau al aplicar-los forces. La propietat de recuperar la forma inicial al cessar aquestes forces s'anomena elasticitat.

Una cinta o tira de goma, un ressort en espiral i un moll són alguns exemples corrents de cossos elàstics. Actualment són utilitzats molts teixits elàstics per a fabricar peces de vestir.



2.5 SOLUBILITAT EN ELS LIQUIDS

Si posem borumballes d'alumini en un got amb aigua, encara que l'agitem, l'alumini acabarà dipositant-se en el fons sense experimentar cap canvi.

Però, si es fa el mateix amb un poc de sulfat de coure (son els cristalls blaus que de vegades s'afegeixen a l'aigua de la piscina) i s'agita, la quantitat de substància sòlida va disminuint mentre el líquid es tenyeix de color blau; el sulfat de coure es dissol a l'aigua. De les substàncies que es dissolen a l'aigua, diem que són solubles en aigua. A les que no es dissolen les anomenem insolubles en aigua.

Molt freqüentment s'utilitzen substàncies dissoltes en líquids. A aquests líquids els donem el nom de dissolvents. El més barat i abundant, i per tant el més usual, és l'aigua; però, com hi ha moltes substàncies insolubles en ella, és necessari emprar també altres dissolvents. La indústria consumeix actualment una gran quantitat i diversitat de dissolvents.

Experiència III: Solubilitat i insolubilitat

El objetivo de la experiencia es que los alumnos se den cuenta que la solubilidad o insolubilidad de una sustancia depende del disolvente. (Ver pág 15)

2.6 CONDUCTIVITAT TÈRMICA.

Alguns materials poden transferir calor d'un lloc a un altre, aquestos materials s'anomenen conductors. Altres materials no permeten el pas de la calor i s'anomenen aïllants. Un exemple de material conductor és el metall d'una olla i un material aïllant és el plàstic de les anses d'aquesta.

Experiència IV Aïllament tèrmic

El objetivo de la experiencia es que los alumnos comprueben que no todos los materiales proporcionan el mismo aislamiento térmico. (Ver pág. 16)

Experiència V Conductivitat tèrmica.

El objetivo de la experiencia es que los alumnos comprueben que no todos los materiales conducen el calor igual de bien. (Ver pág. 17)

2.7 LA DENSITAT

A 6 Digueu el volum aproximat dels següents recipients: brik de llet, discman, telèfon mòbil, la piscina de Cocentaina, un cotxe i una llapicera.

El objetivo de la actividad es que los alumnos practiquen la realización de estimaciones de volúmenes. No se trata de hacer un cálculo exacto de volúmenes (posteriormente se propone la realización de una experiencia con este propósito). Esta actividad sirve para recordar diferentes unidades de volumen y se puede completar, si se considera necesario, con ejercicios de práctica de cambio de unidades.

A 7 El mateix volum de diferents materials no té la mateixa massa. Imagineu que teniu un litre de: (a) aigua, (b) aire, (c) terra, (d) oli, (e) mercuri, (f) ferro i (g) palla. Ordeneu-los de massa menor a massa major.



A 8 En el llenguatge col·loquial diem “el ferro pesa més que la palla”. En el llenguatge científic no podem considerar que aquesta frase siga correcta. Expliqueu per què i escriviu-la correctament.

El diseño de esta pareja de actividades responde a la que para nosotros es la situación más habitual en 3º de ESO. Los alumnos han estudiado en cursos anteriores la densidad (Biología y Geología) pero el dominio adquirido no llega al nivel de conocimiento significativo. La actividad **A 7** está pensada para introducir la necesidad de construir el concepto de densidad. Pero no es el propósito construirlo ahora.

La actividad **A 8** está ideada con el propósito de averiguar si los alumnos son capaces de recuperar el concepto de densidad como instrumento para resolver la situación planteada. Tras la realización de esta actividad si que debe quedar establecido el concepto de densidad, para lo cual el profesor realizará las actuaciones pertinentes.

A 9 Completeu les següents frases:

“Si dos objectes de materials distints tenen la mateixa massa i diferent volum, el material amb major densitat és el de l’objecte de volum.”

“Si dos objectes de materials distints tenen el mateix volum i diferent massa, el material amb major densitat és el de l’objecte de massa.”

El objetivo de la actividad es preparar la construcción de la fórmula que se realiza en la siguiente actividad.

A 10 Recordeu com es calcula la densitat d’un material i ordeneu els materials de l’activitat **A 7** de menor densitat a major densitat.

Experiència VI: Mesura de la densitat de tres materials (sòlid irregular, sòlid regular i líquid) (Ver página 19)

Consideramos que la determinación de la densidad de diversos objetos es más productiva que la realización de las típicas baterías de ejercicios de cálculo.

2.8 PUNT DE FUSIÓ I PUNT D’EBULLICIÓ

Un glaçó de gel acabat de traure del congelador d'una nevera pot trobar-se a una temperatura de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si el cal fem lentament, s'observa que, quan agafa una temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, comença a fondre's. Mentre s'està fonent la temperatura es manté en el dit valor. Diem que el punt de fusió del, gel és de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. En general s’anomena *punt de fusió* d'un material a la temperatura a la qual es fon.

En l'exemple anterior, suposem que, una vegada fos tot el gel, seguim calfant l'aigua en estat líquid. Al agafar una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, l'aigua començarà a bullir. Mentre estiga bullint la seua temperatura no variarà. Diem que el punt d'ebullició de l'aigua és de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. En general, el *punt d'ebullició* d'un líquid és la temperatura a què bull.



Experiència VII: Comprovació de la constància del punt de fusió i del punt d'ebullició

El objetivo de la experiencia es tratar ideas previas que más adelante pueden dificultar la identificación del punto de fusión y del punto de ebullición como propiedades características de una sustancia. La mayoría de los alumnos no tienen claro que durante el cambio de estado la temperatura permanece constante. En el caso de la ebullición del agua creen que mientras no se retire la fuente de calor la temperatura seguirá subiendo

3. EL CONCEPTE DE SUBSTÀNCIA

Al començament del tema em dit que un dels objectius de determinar les propietats dels materials és aconseguir classificar-los. Tanmateix, quan s'aprofundeix en l'estudi s'arriba a uns resultats que en principi no son massa prometedors. No es troba un ordre evident en la diversitat dels materials existents, i, fins i tot, materials que en la vida quotidiana anomenem igual, tenen propietats diferents. Per exemple, cada oli té un sabor, una olor, un color... distints. El mateix passa amb la llet, el vi, l'aigua mineral...

A 11 Distintes mostres d'oli d'oliva presenten propietats semblants, però amb petites diferències molt significatives. Intenteu explicar açò.

El objetivo de la actividad es intentar que los alumnos asuman la problemática que hemos escogido como marco para introducir los conceptos de sustancia y mezcla (tal como se comenta en el planteamiento didáctico inicial).

La idea a la hora de dirigir la realización de la experiencia consiste en proponer la elaboración de una teoría que permita explicar, al mismo tiempo, las grandes similitudes y las pequeñas diferencias que existen entre distintos aceites de oliva. El propósito es comenzar con una introducción operativa del concepto de sustancia: la problemática planteada se resuelve suponiendo que todos los aceites están formados por las mismas sustancias, pero mezcladas en distintas proporciones.

De esta manera la sustancia se introduce como un concepto ideal, del cual, en principio, no se tiene evidencia empírica directa. Por el contrario las mezclas se identifican con los materiales tal como se encuentran en la naturaleza.

El profesor puede proponer ahora, como definición inicial de sustancia la siguiente: "Una sustancia es un material formado por un solo tipo de materia" Y como definición inicial de mezcla "Una mezcla es un material formado por varios tipos de materia". En actividades siguientes se construirán las definiciones típicas.

La elección del aceite de oliva como el material en torno al cual realizar la discusión responde a circunstancias particulares de Cocentaina. La elaboración de aceite de oliva es una actividad tradicional y los alumnos están familiarizados con la variedad existente en el producto.

A 12 Digueu quin interès pot tindre separar les substàncies que constitueixen els materials que es troben a la natura.

Actividad CTS. Además de los típicos comentarios de carácter general. Nos queda por buscar literatura de situaciones reales.



A 13 Expliqueu com es pot fer açò al laboratori.

Experiència VIII: Separació de substàncies

El objetivo de la actividad y la experiencia es que los alumnos se den cuenta de que la única manera que existe de separar sustancias es aprovechar la diferencia que existe entre sus propiedades. Como se trata de una cuestión bastante abstracta para los alumnos creemos que es necesario el refuerzo manipulativo de una experiencia.

Ahora ya se puede introducir la definición típica de sustancia. "Una sustancia es un material que tiene propiedades intensivas definidas"

A 14 Com es pot saber que un material és una substància i no és una mescla?

El objetivo de la actividad es discutir la naturaleza hipotética que durante mucho tiempo ha tenido la consideración de determinados materiales como sustancias. Esto sirve para contribuir a que los alumnos asimilen el carácter ideal del concepto de sustancia.

A 15 Feu dos dibuixos que representen les partícules constituents d'una substància i d'una mescla. Expliqueu la diferència entre els dibuixos.

El objetivo de la actividad es introducir el punto de vista microscópico para explicar los conceptos macroscópicos de sustancia y mezcla. De esta manera se comienza a construir la teoría atómico molecular a partir de la teoría corpuscular estudiada en el tema anterior.

Los conocimientos previos que los alumnos tienen sobre la cuestión puede ser muy diferente según grupos y promociones ya que depende de múltiples factores (desarrollo de otras asignaturas, medios de comunicación...). Según las circunstancias será necesario avanzar más o menos en la puesta en común de la actividad, pero en principio no haría falta introducir los conceptos de átomo y molécula si los alumnos no hacen referencia a ellos.

La idea que debe quedar clara es que en una sustancia TODAS LAS PARTÍCULAS CONSTITUYENTES SON IGUALES mientras que en una mezcla LAS PARTÍCULAS CONSTITUYENTES SON DIFERENTES.

Experiència IX: Destil·lació del tabac

El objetivo de la actividad es concienciar al alumnado sobre los peligros del consumo de tabaco al mismo tiempo que se ilustra la complejidad de los materiales naturales.

4. SUBSTÀNCIA SIMPLE I SUBSTÀNCIA COMPOSTA. TEORIA ATÒMICO MOLECULAR.

Experiència X: Electròlisi

Com hem vist en l'experiment, l'aigua es una substància que es pot descompondre en dos substàncies diferents: oxigen i hidrogen. Les substàncies que, com l'aigua, es poden descompondre en altres substàncies s'anomenen **substàncies compostes**. També hi ha substàncies que no es poden descompondre en altres substàncies. Les



substàncies que no es poden descompondre en altres substàncies s'anomenen **substàncies simples**.

A 16 A partir de l'aigua, que només és una substància, mitjançant l'electròlisi hem obtingut dues substàncies diferents. Expliqueu com han de ser les partícules de l'aigua per tal de justificar aquest fet.

El objetivo de la actividad es que los alumnos lleguen a la conclusión de que la partícula del agua necesariamente debe tener estructura, ya que se transforma en dos partículas distintas. A partir de aquí se pueden introducir los conceptos de átomo y molécula y emplearlos para distinguir entre sustancias simples y sustancias compuestas.

A 17 Completeu les següents frases:

Les d'una substància estan formades per iguals.

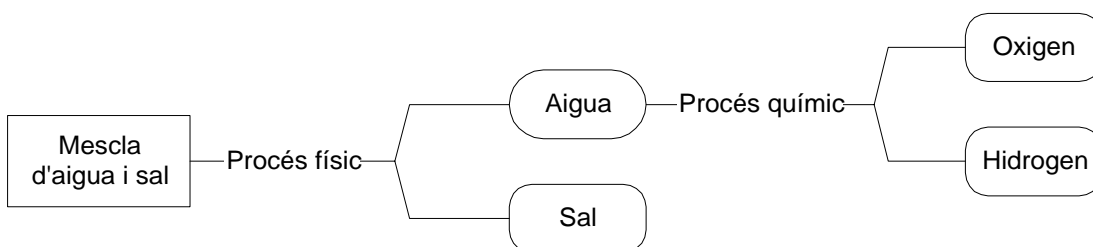
Les d'una substància estan formades per diferents.

A 18 Feu dos dibuixos que representen les partícules constituents d'una substància simple i d'una substància composta, segons la teoria atòmico molecular. Expliqueu la diferència entre els dibuixos.

El objetivo de la actividad es comprobar si las representaciones gráficas son coherentes con los contenidos ya desarrollados. Es importante detectar las confusiones que ya comienzan a aparecer entre sustancia compuesta y mezcla de sustancias, siempre teniendo en cuenta que en las siguientes actividades se continua tratando esta cuestión.

A este respecto debemos señalar que, aún cuando parezca que los alumnos hayan asimilado la diferencia entre sustancia y mezcla, cuando se introduce el concepto de sustancia compuesta, muchos tienen tendencia a confundirlo con el concepto de mezcla. La problemática requiere la realización de actividades (como las siguientes) en las que se combina el punto de vista macroscópico con el punto de vista microscópico y, en cualquier caso, no queda cerrada hasta la introducción de los conceptos de "proceso físico" y "proceso químico".

A 19 A partir de la mescla "aigua del mar" es possible obtindre dues substàncies diferents: aigua i sal. A més a més, a partir de la substància composta "aigua" també es pot obtindre dues substàncies diferents: "hidrogen" i "oxigen". El següent esquema representa tot aquest procés



(a) Torneu a fer el mateix esquema, però representant les partícules que constitueixen la matèria en cadascú dels casos. (La molècula d'aigua està formada



per un àtom d'oxigen i dos àtoms d'hidrogen, la molècula de sal està formada per un àtom de clor i un de sodi, la molècula d'oxigen està formada per dos àtoms d'oxigen i la molècula d'hidrogen està formada per dos àtoms d'hidrogen).

(b) Descrigueu les diferències que hi ha entre les partícules constituents de la mescla i de la substància composta.

A 20 En l'activitat anterior hem vist que es poden obtenir substàncies diferents tant a partir d'una mescla com a partir d'una substància composta. Aleshores, quina és la diferència entre mescla i substància composta? Contesteu sense fer referència a les partícules constituents

El objetivo de las dos actividades anteriores es continuar trabajando la diferencia entre mezcla y sustancia compuesta. Los términos "proceso químico" y "proceso físico" se presentan aquí sin intención de profundizar en su significado. Aparecen para que el proceso descrito pueda ser empleado en la actividad siguiente precisamente para definirlos.

Los alumnos no tienen especial dificultad para diferenciar los conceptos de mezcla y sustancia compuesta utilizando la teoría atómico molecular, pero sí que les cuesta cuando deben adoptar el punto de vista macroscópico. Esta dificultad es la que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar la actividad.

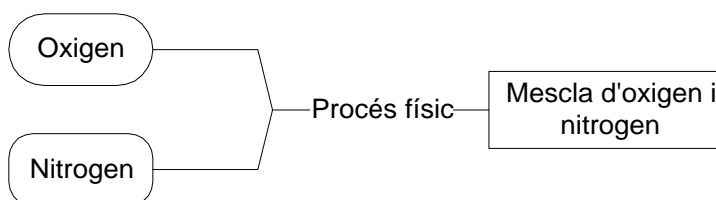
El ideal (al uso en los manuales) es que los alumnos lleguen a comprender que una sustancia compuesta, como sustancia que es, tiene propiedades definidas, mientras que una mezcla no las posee. Pero este razonamiento es muy abstracto y queda lejos de las posibilidades de un número significativo de alumnos.

En la actividad proponemos una forma de aproximarse a la cuestión que adopta un planteamiento más concreto. Se trata en centrarse en la diferencia entre separar una mezcla y descomponer una sustancia compuesta, para llegar a la conclusión de que, al separar una mezcla, las sustancias que se obtienen ya estaban presente como tales en la mezcla, mientras que, al descomponer una sustancia compuesta, las sustancias que se obtienen no existían antes.

En este momento conviene recordar a los alumnos que la separación de una mezcla se realiza aprovechando las diferentes propiedades que tienen las sustancias que, como tales, existen en la mezcla. Consideramos que es suficiente que los alumnos asimilen esta manera de operativizar la definición de mezcla como "material que no tiene propiedades definidas".

A 21 En l'activitat **A 19** s'ha fet referència als conceptes "procés físic" i "procés químic". Per tal d'establir el seu significat estudiareu tres casos particulars.

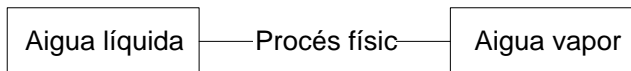
(a) Fabricar una mescla respiratòria a partir dels gasos nitrogen i oxigen





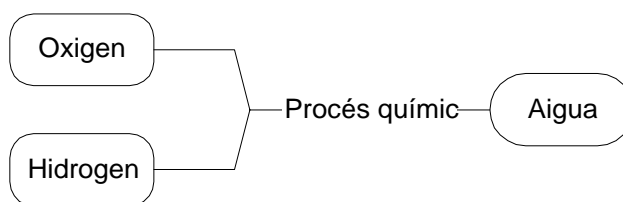
Torneu a fer el mateix esquema, però representant les partícules que constitueixen la matèria abans i després del procés. (La molècula d'oxigen està formada per dos àtoms d'oxigen i la molècula de nitrogen està formada per dos àtoms de nitrogen).

(b) Evaporar aigua



Torneu a fer el mateix esquema, però representant les partícules que constitueixen la matèria abans i després del procés. (La molècula d'aigua està formada per dos àtoms d'hidrogen i un àtom d'oxigen).

(c) Obtindre aigua a partir d'hidrogen i oxigen



Torneu a fer el mateix esquema, però representant les partícules que constitueixen la matèria abans i després del procés. (La molècula d'aigua està formada per dos àtoms d'hidrogen i un àtom d'oxigen, la molècula d'oxigen està formada per dos àtoms d'oxigen i la molècula d'hidrogen està formada per dos àtoms d'hidrogen).

A 22 Tenint en compte els esquemes fets en les activitats **A 19** i **A 21**, diferencieu entre procés físic i procés químic des del punt de vista de la teoria atòmic molecular.

A 23 Escriviu les característiques d'un procés físic i d'un procés químic sense fer referència a les partícules constituents. Poseu exemples.

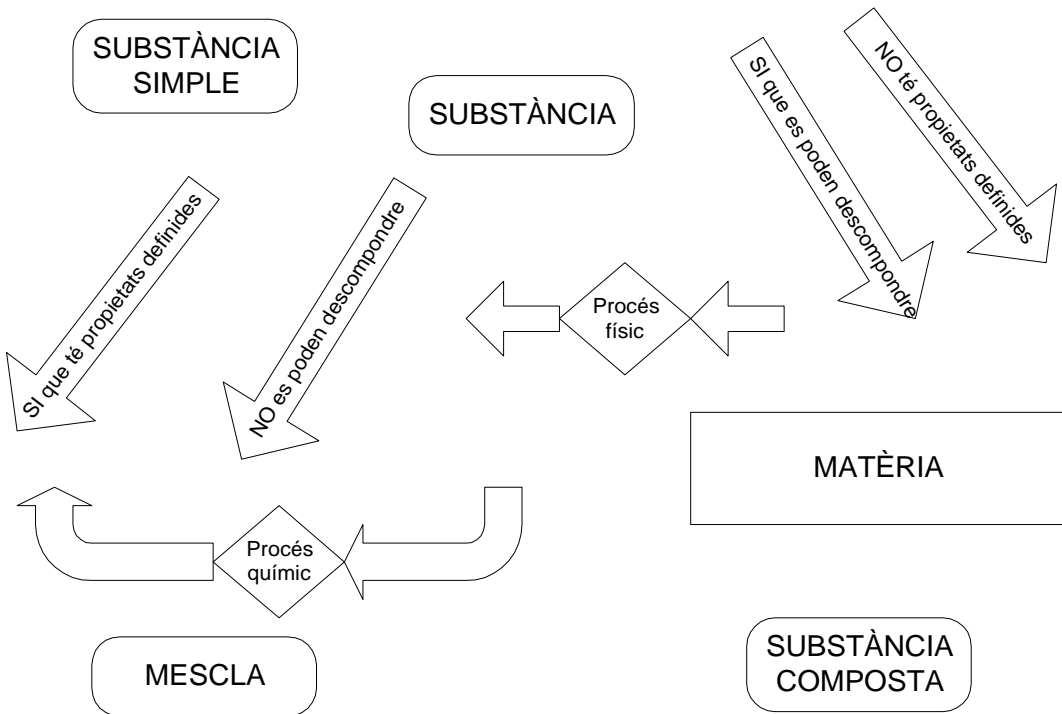
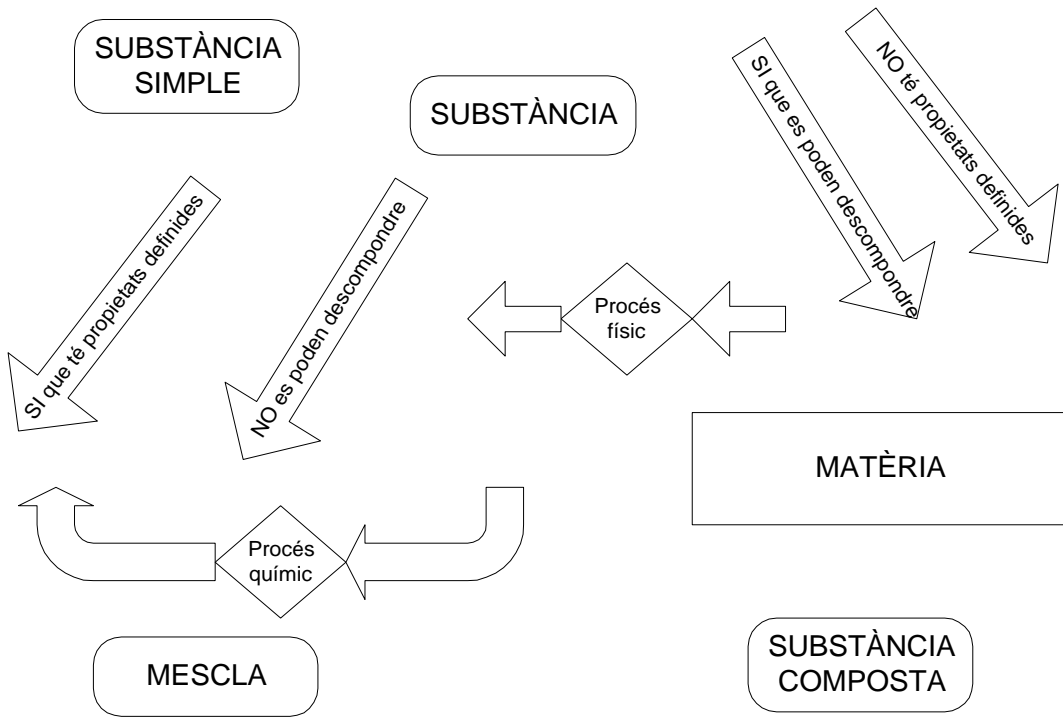
El objetivo de las dos actividades es diferenciar entre "proceso físico" y "proceso químico" tanto desde el punto de vista macroscópico como desde el punto de vista microscópico. Para los alumnos el punto de vista macroscópico presenta más dificultades que el punto de vista microscópico. Todas las actividades anteriores ya han sido pensadas para tratar esta problemática.

Para concluir el tema se realizan dos actividades de recapitulación. La primera actividad consiste en realizar un diagrama resumen de los conceptos introducidos adoptando el punto de vista macroscópico. Una posibilidad es proporcionar a los alumnos las piezas desordenadas de un mapa conceptual para que ellos las ordenen (en las siguientes páginas aparece una hoja para fotocopiar las piezas y el mapa conceptual montado)

La segunda actividad consiste en un resumen de las definiciones de todos los conceptos introducidos contraponiendo los puntos de vista macroscópico y microscópico. En el cuaderno del alumno existe una tabla preparada al efecto.

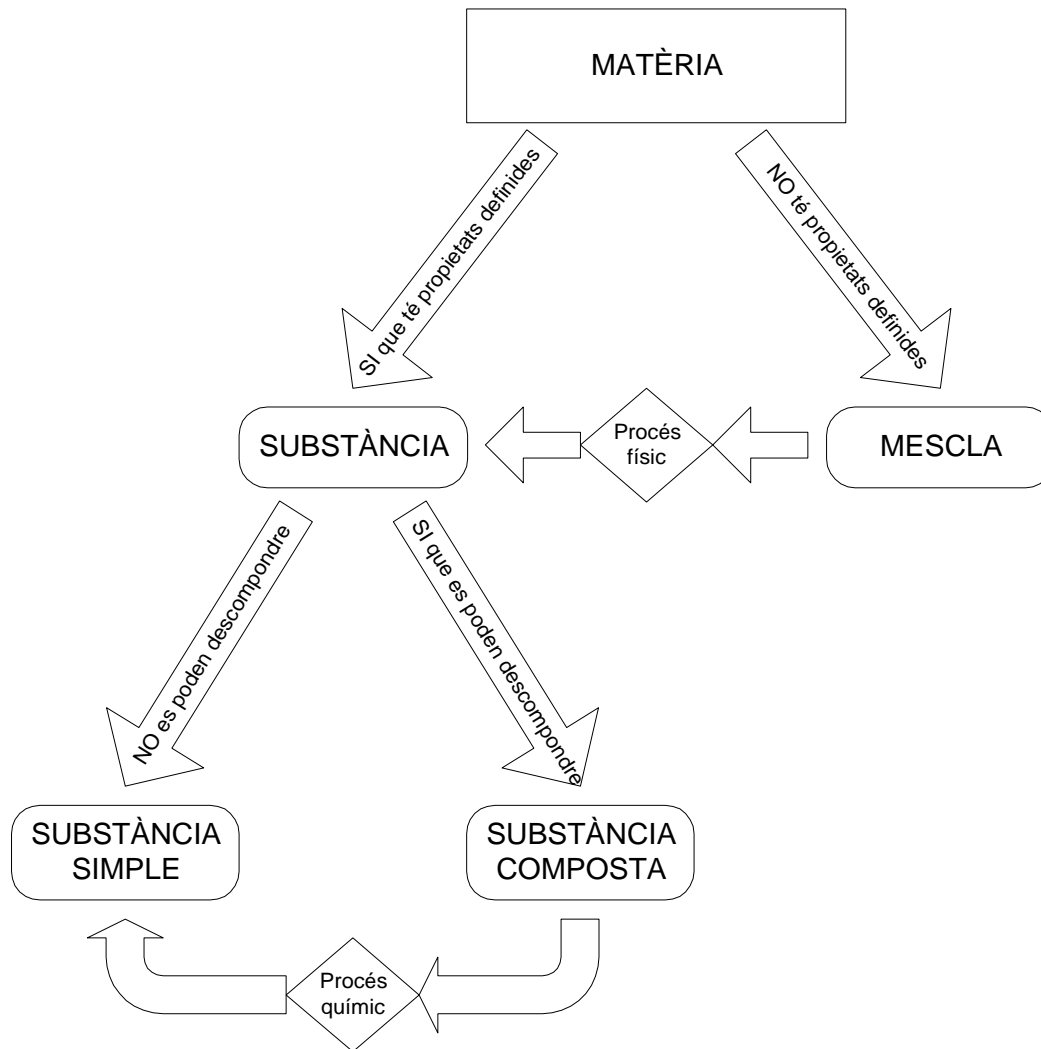


Dos juegos de piezas para hacer el mapa conceptual comentado antes





Solució del mapa conceptual proposat





INDICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS PROPUESTAS

EXPERIENCIA I. ENSAYOS A LA LLAMA

1 Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos describan los colores del espectro a la llama de ciertas sustancias.

2 Especificaciones técnicas

La experiencia conviene realizarla en el laboratorio. Los ensayos los realiza el profesor y los alumnos toman notas de las observaciones en la ficha correspondiente incluida en el cuaderno del alumno.

Las sustancias escogidas pertenecen a la dotación del equipo de espectrometría. Se han seleccionado las sustancias cuyos espectros son más espectaculares y fáciles de diferenciar entre sí.

La descripción de los espectros que se observan es la siguiente

Cloruro de estroncio	
Cloruro de litio	
Sulfato de cobalto	
Sulfato de cobre	
Permanganato de potasio	

EXPERIENCIA II. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DUREZA DE DIFERENTES MATERIALES

1 Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos ordenen diferentes materiales en función de su dureza relativa viendo cual es capaz de rayar a cual.

2 Especificaciones técnicas

Teniendo en cuenta que el diseño experimental es simple, se les pide a los alumnos que ideen el procedimiento seguir. La experiencia puede ser realizada por todos los alumnos en el aula habitual.

EXPERIENCIA III. SOLUBILIDAD E INSOLUBILIDAD

1 Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos se den cuenta que la solubilidad o insolubilidad de una sustancia depende del disolvente.

2 Especificaciones técnicas

Se disponen dos tubos de ensayo conteniendo uno agua y otro tetracloruro de carbono. Se añade una pequeña cantidad de sulfato de cobre a cada uno de los dos



tubos. Se observa sin dificultad que el sulfato de cobre se disuelve en agua y no se disuelve en tetracloruro de carbono.

Se disponen dos nuevos tubos de ensayo conteniendo uno agua y otro tetracloruro de carbono. Se añade una pequeña cantidad de yodo a cada uno de los dos tubos. Se observa sin dificultad que el yodo se disuelve en tetracloruro de carbono y no se disuelve en agua.

Tras estas observaciones los alumnos son capaces de llegar a la conclusión objetivo de la experiencia.

Opcionalmente, como epílogo, puede realizarse la siguiente experiencia. En un mismo tubo de ensayo se introducen partes aproximadamente iguales de tetracloruro de carbono y agua. Se añade primero una pequeña cantidad de yodo y se observa como atraviesa el agua sin disolverse para hacerlo en la fase de tetracloruro de carbono. A continuación se añade una pequeña cantidad de sulfato de cobre y se observa su disolución en el agua.

EXPERIENCIA IV AISLAMIENTO TÉRMICO

Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos se den cuenta que la capacidad de aislar térmicamente distintos materiales es diferente.

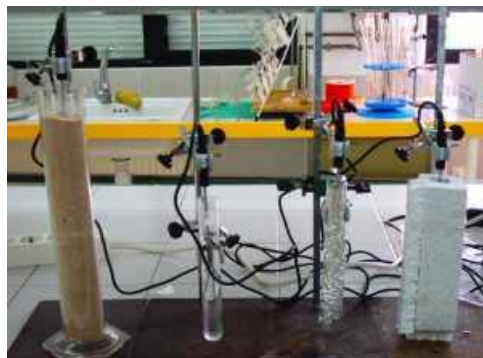
Especificaciones técnicas

A los alumnos se les pide que diseñen una experiencia para poder realizar el estudio. En la puesta en común el profesor puede dirigir la discusión de forma que el diseño definitivo sea el que proponemos.

Nosotros utilizamos un equipo de sensores de temperatura que permite programar la recogida de datos de cuatro sensores de forma simultánea (LabPro de Vernier). Para programar el sistema empleamos un ordenador portátil cuya pantalla se visualiza en un monitor de televisión¹. La experiencia se realiza para todo el conjunto del grupo.

Se disponen cuatro tubos de ensayo (*a*, *b*, *c* y *d*) de 2.1 cm de diámetro y 20 cm de longitud, cada uno de ellos sujeto por una pinza a un soporte. El tubo *a* se deja tal cual, sin aislar, para tomarlo como referencia. El tubo *b* se forra con papel de aluminio. El tubo *c* se introduce en un recipiente de porexpan, fabricado al efecto, que ajuste lo mejor posible. El tubo *d* se introduce en un recipiente que contiene arena.

Dentro de cada tubo se introduce un sensor de temperatura convenientemente sujeto para que no toque las paredes del tubo. En la ilustración se reproduce el montaje. Para la realización de la experiencia los tubos no se sitúan como en la

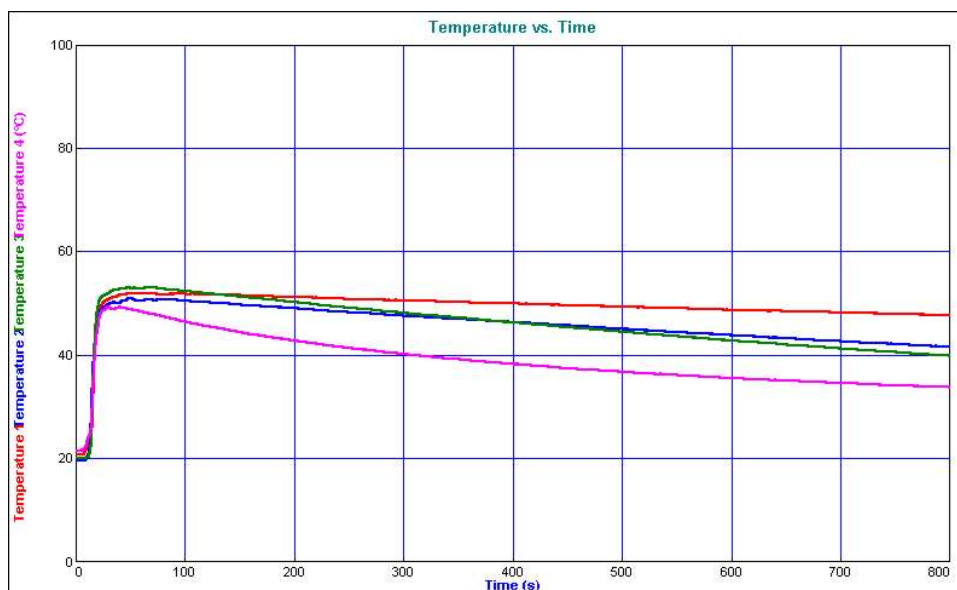


¹ Si en la pantalla del televisor no se aprecia bien el color de cada gráfica se puede resolver el problema activando en el programa LoggerPro la opción de presentar protectores de punto.



foto, sino más separados para facilitar el proceso de carga que se explica más adelante.

La toma de medidas que se programa tiene una duración de 800 s y se realiza una medida cada segundo. Los tubos se llenan cada uno con 50 cm³ de agua a 60 °C. El llenado de los tubos se realiza de forma simultánea con cuatro jeringuillas provistas de un tubo de goma acoplado a su embocadura (para esta acción se requieren al menos dos personas, pero es mejor que lo hagan cuatro personas). Para que el agua de las jeringuillas esté a 60 °C cuando se llenan los tubos, es necesario cargarlas con agua que se haya calentado hasta 70 °C y procurar que transcurra el menor tiempo posible desde que se cargan las jeringuillas hasta que se rellenan los tubos. Los tubos deben llenarse de agua inmediatamente después de haberse iniciado el proceso de medida. Un ejemplo de gráfica obtenida se reproduce a continuación.



La gráfica roja corresponde al tubo *c* forrado con porspan, la gráfica azul corresponde al tubo *b* forrado con aluminio, la gráfica verde corresponde al tubo *a* sin forrar y la gráfica violeta corresponde al tubo *d* aislado con tierra.

EXPERIENCIA V: CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos se den cuenta de que no todos los metales conducen el calor de la misma manera.

Especificaciones técnicas

A los alumnos se les pide que propongan un diseño experimental que permita comprobar si tres metales conducen el calor igual o no. En la puesta en común el profesor puede dirigir la discusión de forma que el diseño definitivo sea el que proponemos.

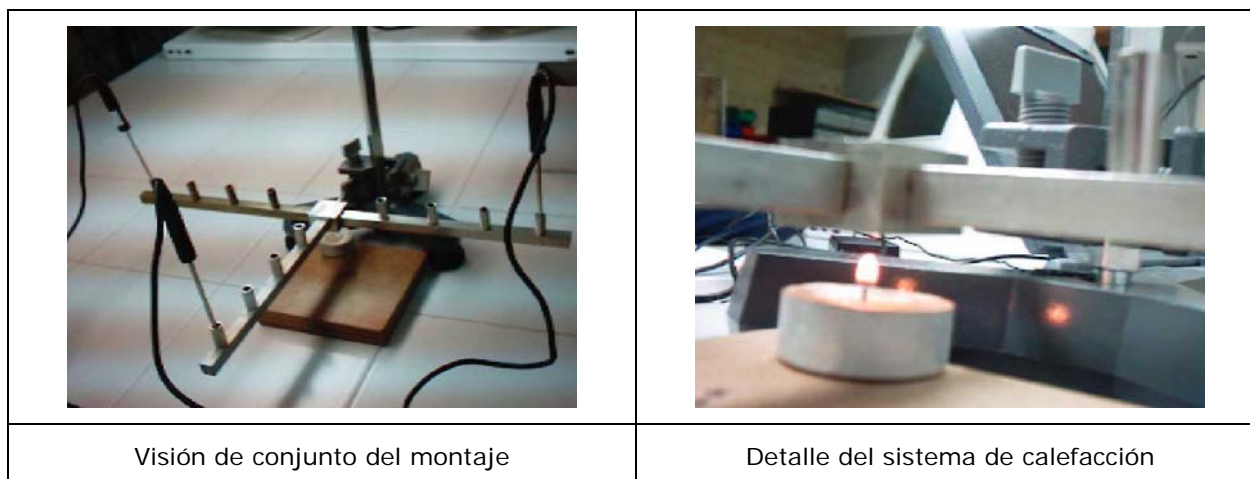
Nosotros utilizamos un dispositivo, que forma parte de los equipos de termodinámica, especialmente concebido para realizar el estudio que nos hemos planteado. Se trata de tres tubos conductores de diferentes metales (aluminio, hierro y latón) soldados a una pieza central, de manera que se pueden calentar de forma simultánea. Como fuente de calor empleamos una vela caliente platos



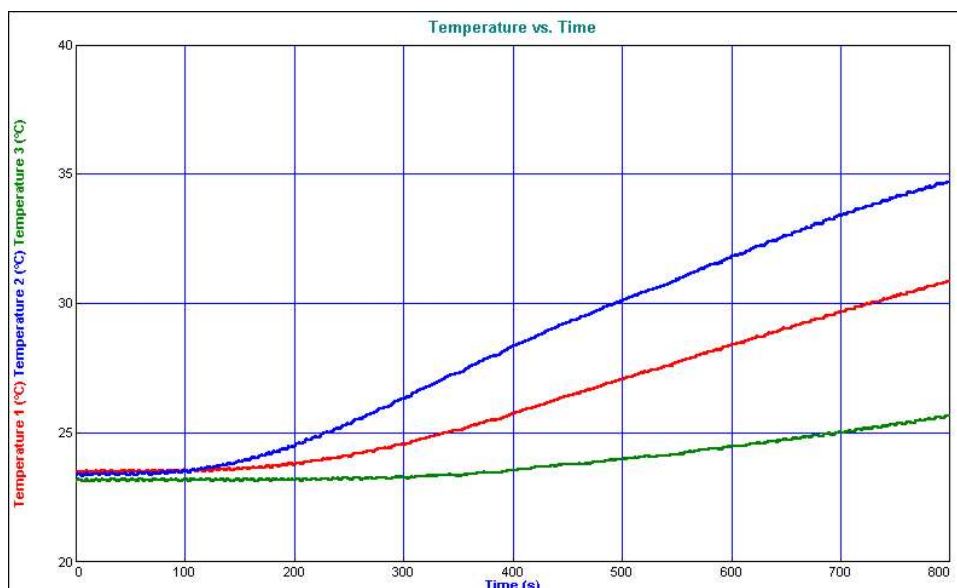
situada de manera que la llama casi toca la pieza central. (ver más adelante ilustraciones del montaje experimental).

La forma más sencilla de mostrar la diferente capacidad conductora de los tres metales es colocar un termómetro en el extremo de cada uno de los tubos conductores. De esta manera se comprueba que la temperatura no sube igual de deprisa en el extremo de cada tubo.

Para realizar la experiencia utilizamos el sistema de sensores LabPro descrito antes. Colocamos un sensor en cada uno de los extremos de los tubos conductores, tal como se reproduce en la ilustración.



La toma de medidas que se programa tiene una duración de 800 s y se realiza una medida cada segundo. Un ejemplo de gráfica obtenida se reproduce a continuación



La gráfica verde corresponde al hierro, la gráfica roja corresponde al estaño y la gráfica azul corresponde al aluminio.



EXPERIENCIA VI MEDIDA DE LA DENSIDAD EN TRES SITUACIONES DIFERENTES (SÓLIDO IRREGULAR, SÓLIDO REGULAR I LÍQUIDO)

Objetivo

Que los alumnos se familiaricen con diferentes procedimientos para calcular la densidad de sólidos y líquidos.

Procedimiento experimental

Se realizan tres experiencias diferentes. A los alumnos se les propone que diseñen, en cada caso, el procedimiento experimental que debe seguirse.

En la primera experiencia se utilizan sólidos regulares de distintos materiales: paralelepípedos de madera, barras cilíndricas de aluminio y esferas de metal. El volumen del objeto se calcula empleando la fórmula geométrica correspondiente. (¿lo proponen los alumnos?) Cada alumno determina la densidad de dos materiales diferentes. La masa se mide con una balanza monoplato.

En la segunda experiencia se utilizan sólidos irregulares de un mismo material: trozos de cadena de diferente longitud. El volumen debe determinarse por inmersión en un líquido (¿lo proponen los alumnos?). Para la medida del volumen utilizamos una probeta de 100 cm³ que llenamos con 70 cm³ de agua. A cada trozo de cadena le atamos un pequeño cordel para poder extraerlo del líquido una vez concluido el proceso. Cada alumno determina la densidad de dos trozos de cadena de distinta longitud. Como antes la masa se mide con una balanza monoplato.

Es interesante que los alumnos reflexionen sobre los resultados comparando las dos actividades. Cuando los objetos son de igual material el valor de la densidad obtenido es el mismo.

La tercera experiencia consiste en la determinación de la densidad de una pareja de líquidos: agua y aceite. Los alumnos deben tener claro cual es el procedimiento que debe seguirse para determinar la masa del líquido. El volumen se mide directamente con una probeta.

La primera y la segunda experiencia se pueden realizar en clase, pero la tercera (menos el diseño experimental) requiere la utilización del laboratorio.

EXPERIENCIA VII. ESTUDIO DE DOS PROPIEDADES: PUNTO DE FUSIÓN Y PUNTO DE EBULLICIÓN.

Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos asuman que la temperatura de una sustancia permanece constante mientras se produce un cambio de estado (todo el tiempo que éste dure).

Respecto a esta cuestión es normal que los alumnos tengan ideas previas incorrectas. Es bastante usual que piensen que la temperatura continua subiendo mientras dura la ebullición porque el líquido no deja de calentarse.



Realización de la experiencia

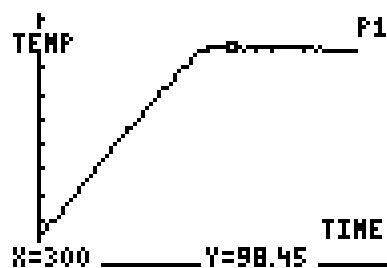
Realmente la experiencia consta de dos experiencias diferentes: la primera estudia el punto de ebullición y la segunda el punto de fusión.

Punto de ebullición

Antes de realizar la experiencia, a los alumnos se les plantea una disyuntiva para centrar la problemática relacionada con sus ideas previas. No se les pide que realicen un diseño experimental para dilucidar entre las dos propuestas, sino que se les presenta directamente (posteriormente se les pedirá que describan el diseño que se les ha presentado). Lo que si que deben hacer los alumnos es proponer una hipótesis gráfica de cuál será el resultado del experimento, que sea coherente con la opción por ellos elegida.

Para la realización de la experiencia utilizamos un dispositivo que permite programar la recogida de datos de un sensor de temperatura (CBL de Vernier). Para programar el sistema empleamos una calculadora gráfica conectada a una pantalla de cristal líquido que se visualiza mediante un retroproyector. La experiencia se realiza para todo el conjunto del grupo.

En el montaje utilizamos un vaso de precipitados de 250 cm³ en el que se han introducido 200 cm³ de agua. La calefacción se realiza con un calefactor de inmersión. Para mantener uniforme la temperatura de toda la masa de agua se emplea un agitador magnético. La disposición de estos elementos se ilustra en la figura.



El programa de medidas que se programa tiene una duración de 300 s y se realiza una medida cada cinco segundos. El programa se regula para que genere la gráfica en tiempo real (el retroproyector realiza la recogida de datos). En las opciones del programa se establece como valor máximo 110, como valor mínimo unos cuantos grados menos que la temperatura del agua (redondeando a múltiplo de cinco) y como intervalo un tiempo escalado 5. Un ejemplo de gráfica obtenida se reproduce a la izquierda.

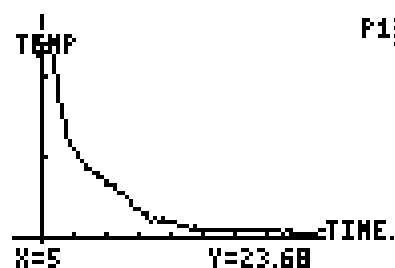
Punto de fusión

La realización de la experiencia anterior se toma como punto de partida para plantear a los alumnos si la fusión ocurrirá sin variar la temperatura. Como el montaje experimental es muy similar a los alumnos no se les pide que lo describan (tampoco que lo diseñen). Si que deben proponer una hipótesis gráfica de cuál será el resultado del experimento, que sea coherente con la opción por ellos elegida.



Para la realización de la experiencia utilizamos el mismo dispositivo que antes. La diferencia con el montaje anterior es que no existe calefacción. La temperatura del punto de fusión se alcanza produciendo cubitos de hielo. En la figura producida a la izquierda se ilustra el montaje.

Antes, la toma de medidas que se programa tiene una duración de 500 s y se realiza una medida cada cinco segundos. El sistema se regula para que genere la gráfica en tiempo real (conforme realiza la recogida de datos). En las opciones del eje de ordenadas, como valor máximo se establece unos cuantos grados más que la temperatura del agua (redondeando a múltiplo de cinco), como valor mínimo -10 y como escalado 5. Un ejemplo de gráfica obtenida se reproduce a la derecha.



EXPERIENCIA VIII. SEPARACIÓN DE SUSTANCIAS

Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos se den cuenta de cómo se pueden separar sustancias que están mezcladas aprovechando el hecho de que diferentes sustancias poseen propiedades distintas.

Procedimiento experimental

A los alumnos se les presenta una mezcla de arena, sal, hierro y azufre. También se les suministra información acerca de las propiedades de estas sustancias que resultan de interés para poder separarlas. Los alumnos deben proponer un diseño de la secuencia de separación y luego proceder a realizarlo.

La actividad no presenta dificultad para los alumnos. El único problema es que suelen concluirla después de haber separado la arena, el azufre y el hierro, pero cuando todavía la sal está en disolución.

EXPERIENCIA IX. DESTILACIÓN DEL TABACO

Objetivo

El objetivo de la experiencia es que los alumnos se den cuenta de la gran cantidad de sustancias diferentes que existen en un solo material, como puede ser el caso del tabaco.

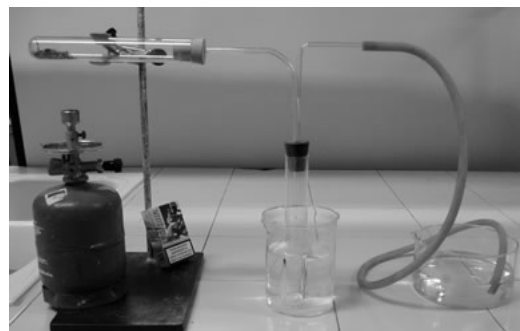
Procedimiento experimental

A los alumnos se les presenta el montaje experimental y se les pide que lo describan. Después también deberán describir, durante la realización de la experiencia, todo lo que ocurre, siguiendo el guión propuesto en la ficha de trabajo.



El material necesario para la realización del montaje, que aparece en la ilustración, es el siguiente:

- 2 tubos de ensayo de 2.5 cm de diámetro
- 1 tapón horadado
- 1 tapón bihoradado
- 2 codos de vidrio
- 1 vaso de precipitados
- 1 cristalizador pequeño
- 1 mechero
- 1 soporte
- 1 nuez
- 1 pinzas
- 1 m de goma
- 2 cigarrillos



Se deslián los dos cigarrillos y se coloca el tabaco en el interior del tubo de ensayo horizontal. Se calienta el tubo de ensayo con el mechero. Movemos el mechero continuamente para evitar que el tubo de ensayo se rompa.