



MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO

ESPECIALIDAD: Física y Química

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

¿Qué puede suceder cuando a una sustancia se le añade agua?

Grupo 3

Ana María Garcelán Lizana

Eduardo Olivares López

David Jesús Patiño Pomares

Curso 2022 - 2023

Índice general

1. Primeras fases de la MRPI	2
1.1. Análisis cualitativo	2
1.1.1. Marco teórico de referencia	2
1.1.2. Reformulación del problema en términos operativos	6
1.1.3. Restricciones	6
1.2. Emisión de hipótesis	6
1.3. Diseño y estrategia de resolución	6
1.3.1. Hipótesis 1	6
1.3.2. Hipótesis 2	7
1.3.3. Hipótesis 3	8
1.3.4. Hipótesis 4	9
1.3.5. Hipótesis 5	10
Bibliografía	12

Capítulo 1

Primeras fases de la MRPI

1.1. Análisis cualitativo

1.1.1. Marco teórico de referencia

Primero de todo, conviene definir qué se entiende por sustancia. Una sustancia química es una clase particular de materia homogénea cuya composición es fija y químicamente definida, por lo que los átomos que la forman sólo pueden aparecer en proporciones fijas. Se compone por: moléculas, unidades formulares y átomos.

Las sustancias se pueden diferenciar una de otra por su estado a la misma temperatura y presión, es decir, pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas. También se pueden caracterizar por sus propiedades físicas, como la densidad, el punto de fusión, el punto de ebullición y solubilidad en diferentes disolventes. Además estas distintas propiedades son específicas, fijas y reproducibles a una temperatura y presión dada.

Una sustancia no puede separarse en otras por ningún medio físico. Estas sustancias pueden clasificarse en dos grupos: sustancias simples y sustancias compuestas o compuestos. Las sustancias simples están formadas por átomos de un mismo tipo, es decir de un mismo elemento, y los compuestos están formados por dos o más tipos de átomos diferentes.

Toda sustancia puede sufrir tres tipos de cambios: físicos, fisicoquímicos y químicos. En los cambios físicos no hay ninguna transformación química de las sustancias, solo de su forma, por ejemplo, comprimir un gas o romper un sólido. En los cambios fisicoquímicos tampoco hay una transformación química, sino solo cambios de agregación, por ejemplo, fundir un metal o disolver sal en agua. Por último, cuando se lleva a cabo un cambio químico, una sustancia se transforma en otra totalmente diferente, como por ejemplo oxidar un alambre metálico.

Habiendo comprendido mejor qué es una sustancia, conviene ahondar levemente en qué es el agua.

El agua es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O) unidos por un enlace covalente. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque esta puede hallarse en su forma sólida, llamada hielo, y en su forma gaseosa, denominada vapor. Pero, ¿qué es una molécula? ¿Y un enlace covalente?

Una molécula es un grupo eléctricamente neutro y suficientemente estable de al menos dos átomos en una configuración definida, unidos por enlaces químicos fuertes (covalentes o enlace iónico). Puede consistir en varios átomos de un único elemento químico, como en el caso del oxígeno diatómico (O_2), o de diferentes elementos, como en el caso del agua (H_2O).

Un enlace covalente se establece cuando se combinan elementos con electronegatividades altas y parecidas (elementos no metálicos). El enlace se produce porque los átomos comparten electrones de su capa de valencia. Cuando los átomos que se combinan tienen la misma electronegatividad, los electrones compartidos pertenecen por igual a ambos átomos; en tal caso, se dice que es un enlace covalente apolar. Cuando se combinan átomos con distinta electronegatividad, los electrones compartidos se distribuyen de forma asimétrica y más próximos al elemento con mayor electronegatividad; se forma entonces un enlace covalente polar.

Los términos "polar" y "apolar" hablan de la polaridad química - una propiedad de las moléculas que representa la separación de las cargas eléctricas en la misma molécula. Esta propiedad está íntimamente relacionada con otras propiedades como la solubilidad, el punto de fusión, el punto de ebullición, las fuerzas intermoleculares, etc. El compuesto 'NaCl' (sal común) no es un compuesto molecular, sino una red iónica. Podría usarse en un ejemplo del efecto de una molécula o disolvente apolar, ya que las moléculas de agua, polares, se introducen en los espacios vacíos entre los iones del cristal iónico (NaCl) justamente debido a su polaridad, acercándose el diferencial de carga positiva del agua a los iones Cl^- y el negativo al Na^+ . Así, debilitan el enlace iónico, logrando que los iones se alejen y así lo disuelven permaneciendo adosadas a estos. En general, semejante disuelve a semejante: solvente apolar disuelve solución apolar, y viceversa. (i Gispert, 2007)

Al formarse una molécula de modo enlace covalente, el par de electrones tiende a desplazarse hacia el átomo que tiene mayor electronegatividad. Esto origina una densidad de carga desigual entre los núcleos que forman el enlace (se forma lo que se conoce como un dipolo eléctrico). El enlace es más polar cuanto mayor sea la diferencia entre las electronegatividades de los átomos que se enlazan. Así pues, dos átomos iguales atraerán al par de electrones covalente con la misma fuerza (establecida por la ley de Coulomb) y los electrones permanecerán en el centro.

En moléculas diatómicas son apolares las moléculas formadas por un solo elemento o elementos con diferencia de electronegatividad muy reducida. Serán también apolares las moléculas simétricas por el mismo motivo. El agua, por ejemplo, es una molécula fuertemente polar ya que los momentos dipolares de los enlaces dispuestos en «V» se suman ofreciendo una densidad de carga negativa en el oxígeno y dejando los hidrógenos casi sin electrones. Un ejemplo de una molécula apolar es la molécula de oxígeno (O_2). En esta molécula, cada átomo de oxígeno atrae a los electrones compartidos hacia sí mismo con una misma intensidad pero en dirección contraria, por lo que se anulan las fuerzas de atracción.

ABSORCIÓN

Un objeto es absorbente cuando puede atraer y retener en su interior moléculas de otro cuerpo. Por eso decimos que un bizcocho absorbe la leche. Los materiales absorbentes son muy útiles en el hogar y en la vida cotidiana. Disponemos de ejemplos de la vida cotidiana como bayetas, esponjas, servilletas de papel, rollos de papel higiénico y de cocina, toallas, forros cubrecolchones, compresas, pañales, fregonas, etc. (Guirao, 2021)

Los materiales absorbentes son muy porosos. Y contienen poca materia con relación a su volumen, es decir, están casi vacíos. Tienen muchísimos huecos, surcos, cavidades y diminutos túneles. Por eso, el agua puede penetrar en ellos con mucha facilidad y ocupar todo el espacio vacío. Por ejemplo, los paños de lana, de cáñamo y de algodón son muy absorbentes porque están compuestos de millones de finas fibras entrelazadas que pueden almacenar mucho líquido entre ellas. Lo mismo ocurre con las bayetas y las fregonas fabricadas con microfibras sintéticas de poliéster. Las

servilletas de papel y el papel higiénico se hacen con fibras vegetales. En el caso de las esponjas, el líquido puede llenar sus agujeros.

Las fuerzas de atracción sobre el agua y la estructura fibrosa o esponjosa explican por qué un material absorbente puede almacenar mucha cantidad de líquido, incluso decenas de veces su propio peso. Pero falta explicar el mecanismo que hace que el líquido penetre en el material absorbente cuando se pone en contacto con él. Esto se produce porque el material absorbente es 'hidrófilo', que significa que atrae a las moléculas de agua. Por ejemplo, las moléculas de celulosa de las que está compuesto el algodón y las fibras vegetales del papel son muy hidrófilas. Esta propiedad físico-química hace que aparezcan fuerzas de atracción sobre el agua y que ésta entre en todos los huecos. La sustancia química que hay dentro de los pañales es superabsorbente. Se trata de un polvillo blanco, llamado poliacrilato de sodio, que conforme absorbe el agua se hincha hasta formar una especie de gelatina. En este caso el agua no ocupa los huecos vacíos, sino que se incorpora a las propias moléculas del material que se expande aumentando de volumen.

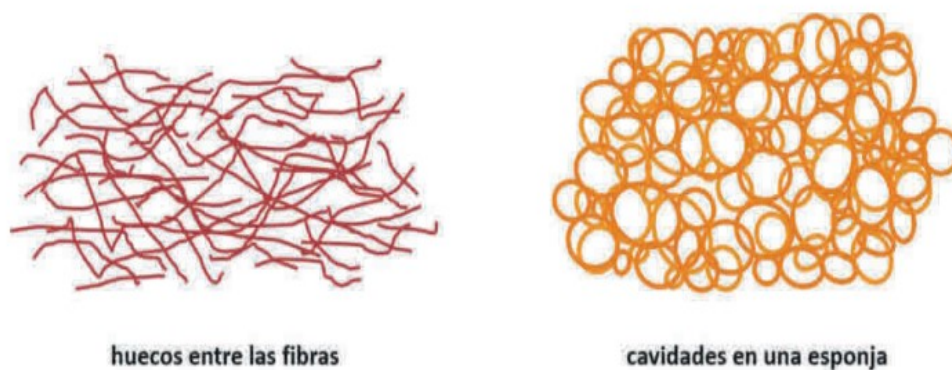


Figura 1.1: esquema gráfico de la estructura en forma de cavidades de un material absorbente.
(Guirao, 2021)

HIDROFOBIA

Las sustancias hidrofóbicas son aquellas que repelen el agua. Están compuestas por moléculas no polares que repelen las masas de agua y atraen a otras moléculas neutras y a los disolventes no polares. Ejemplos de estas moléculas son los alcanos, los aceites y las grasas en general. Este tipo de sustancias se encuentran en superficies que se dan en la naturaleza, como las alas de las mariposas o las plumas de los patos, que se utilizan como referencia para la creación e innovación en materiales hidrofóbicos. (Consulting, 2021)

Cuando el aceite o las grasas se mezclan con el agua, se forman dos capas distintas que serán inmiscibles entre sí, dado que el agua es polar y las grasas no lo son. Algunas de las aplicaciones más conocidas de las sustancias hidrofóbicas tienen que ver con este fenómeno. Por ejemplo, los procesos encargados de la eliminación de las grasas de las soluciones acuosas, la gestión de los vertidos de aceite y la separación química de los elementos polares y no polares. Las superficies hidrofóbicas también se usan en textiles resistentes a las manchas o en la fabricación de ropa ignífuga e impermeable.

Los hidrófobos suelen ser materiales de superficie de baja energía que resisten la humectación y tienen una mayor resistencia a la corrosión.

SOLUBILIDAD

La solubilidad es la capacidad de una sustancia de disolverse en otra llamada disolvente. También hace referencia a la masa de soluto que se puede disolver en determinada masa de disolvente, en ciertas condiciones de temperatura, e incluso presión (en caso de un soluto gaseoso). Si en una disolución no se puede disolver más soluto se dice que la disolución está saturada. Bajo ciertas condiciones la solubilidad puede sobrepasar ese máximo y pasa a denominarse solución sobresaturada. Por el contrario, si la disolución admite aún más soluto, se dice que se encuentra insaturada.

No todas las sustancias se disuelven en un mismo solvente. Por ejemplo, en el agua, se disuelve el alcohol y la sal, en tanto que el aceite y la gasolina no se disuelven en agua. En la solubilidad, el carácter polar o apolar de la sustancia influye mucho, ya que, debido a este carácter, la sustancia será más o menos soluble. Los compuestos poco reactivos, como las parafinas, compuestos aromáticos y los derivados halogenados tienen menor solubilidad. (Petrucci R.H. y C., 2011) La solubilidad de una sustancia depende de la naturaleza del solvente y del soluto, así como de la temperatura y la presión del sistema como ya se adelantaba previamente, siendo especialmente importante el cambio en la temperatura. Para muchos sólidos disueltos en el agua líquida, la solubilidad aumenta con esta, aunque existen casos que presentan un comportamiento inverso

Los solutos gaseosos muestran un comportamiento más complejo con la temperatura. Al elevarse la temperatura, los gases generalmente se vuelven menos solubles en agua (el mínimo que está por debajo de 120 °C para la mayoría de gases), pero más solubles en solventes orgánicos. Además, podemos modificar su solubilidad con la presión ejercida sobre el mismo. De esta manera, la cantidad de un soluto gaseoso que puede disolverse en un determinado disolvente, aumenta al someterse a una presión parcial mayor (véase Ley de Henry). A nivel industrial, esto se puede observar en el envasado de bebidas gaseosas por ejemplo, donde se aumenta la solubilidad del dióxido de carbono ejerciendo una presión de alrededor de 4 atm.

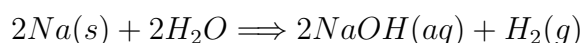
Antes de concluir, debemos añadir una diferencia clave entre dos conceptos relativos a mezclas que pueden visualizarse en la sesión de laboratorio.

- **Mezcla homogénea:** no podemos distinguir macroscópicamente sus componentes. Es la propia de las disoluciones, en las que sus componentes interaccionan a nivel molecular.
- **Mezcla heterogénea:** sí distinguimos fases de componentes bien diferenciadas. Surgirán en las situaciones de materiales hidrófobos o insolubles en agua. Así como también en la aparición de precipitado.

Podemos separar ambos tipos de mezclas encontrando una propiedad que las diferencie y explotándola.

REACCIÓN: SODIO Y AGUA

Como ejemplo importante e ilustrativo de elemento reactivo con agua, destacamos que el sodio elemental reacciona fácilmente con esta de acuerdo con el siguiente mecanismo de reacción:



Se forma una disolución incolora, que consiste en hidróxido de sodio (sosa cáustica) e hidrógeno gas. Se trata de una reacción exotérmica. El sodio metal se calienta y puede entrar en ignición y quemarse dando lugar a una característica llama naranja. El hidrógeno gas liberado durante el proceso de quemado reacciona fuertemente con el oxígeno del aire.

1.1.2. Reformulación del problema en términos operativos

Simplemente deberemos introducir la sustancia sujeta a estudio dentro de material de laboratorio habilitado para ello y arrojar agua sobre el objeto. Como nos interesa realizar un análisis cualitativo, ya que simplemente observaremos cuál es el comportamiento que muestra al entrar en contacto con agua, nos podremos servir de vasos de precipitados, tubos de ensayo, probetas o matraces de forma indistinta.

1.1.3. Restricciones

- En términos de solubilidad, solo distinguiremos entre soluble e insoluble (o hidrófobo, mostrando el mismo comportamiento a efectos prácticos).
- Trabajaremos en condiciones de laboratorio con presión atmosférica y temperatura ambiente. A no ser que el diseño de resolución de la hipótesis necesite de un aumento de esta última.
- Solo trabajaremos con agua como el propio nombre de la situación problemática indica.

1.2. Emisión de hipótesis

Hipótesis 1 (H1): La sustancia es hidrófoba, como la mantequilla o el aceite. En caso sólido, el agua resbalará y no se mezclarán. También incluimos sustancias insolubles en agua, cuyo efecto práctico es el mismo.

Hipótesis 2 (H2): El material es absorbente, como el papel de cocina o la arena para gatos. Por lo que, si añadimos una pequeña cantidad, ésta será absorbida. Aunque si echamos demasiado, cuando el material ya no puedan absorber más, se hundirán en el recipiente en el que las estemos mezclando.

Hipótesis 3 (H3): Las sustancias son solubles, como la sal o el azúcar. Así, cuando añadamos agua, las sustancias se disolverán.

Hipótesis 4 (H4): Las sustancias reaccionan con el agua, como el sodio. Por ello, cuando echemos agua sobre ellas, podremos observar algún resultado violento como resultado de la naturaleza exotérmica del proceso.

Hipótesis 5 (H5): En caso de trabajar con varias sustancias, cada uno mostrará un comportamiento diferente. Aplicamos las previas hipótesis sobre esta.

1.3. Diseño y estrategia de resolución

1.3.1. Hipótesis 1

Identificación y control de variables

En este hipotético escenario, no es posible caracterizar y dar una naturaleza concreta a las variables, ya que no existe ningún fenómeno físico o químico que las relacione. Por lo tanto, todas las que se nos ocurran serán independientes entre sí (o por lo menos lo son en las circunstancias estándar del laboratorio en el que nos movemos). Un tratamiento bastante intuitivo si consideramos, por ejemplo, una piedra arrojada a un estanque.

Una vez identificadas las variables con las que trabajaremos procedemos a introducir el instrumental con el que trataremos de descubrir la hipótesis y el procedimiento a seguir a continuación.

Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática

- Sustancia sujeto a estudio
- Agua
- 2 vasos de precipitados, probetas o cualquier recipiente contenedor de líquidos
- Un coladero

Representación gráfica o esquemática del diseño

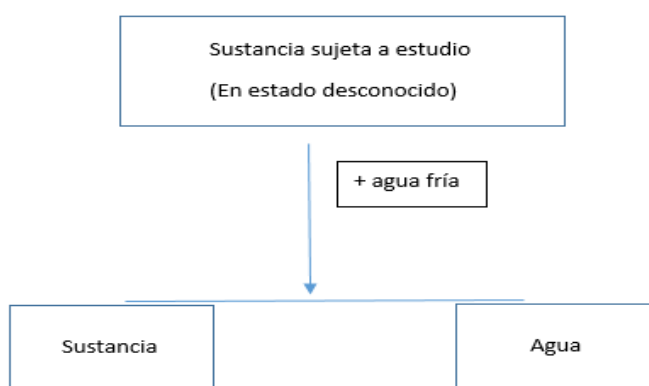


Figura 1.2: esquema de elaboración para la primera hipótesis.

Toma de decisiones para la resolución del problema: el proceso a seguir

1) Introducimos la sustancia sujeta a estudio en el vaso de precipitados donde previamente habremos incorporado una cantidad suficiente de agua con la que realizar la observación que se nos requiere.

2) Observamos qué ocurre. Si la sustancia es hidrofóbica, se cumple la hipótesis planteada y podremos proceder a la separación de los componentes. Si se encontraba en estado sólido, empleamos la rejila para recuperarla; si por el contrario se hallaba en fase líquida, echamos en el otro vaso de precipitados mencionado el fluido que más arriba hasta separarlos por completo. Supondremos que no trabajaremos con sustancias en estado gaseoso.

1.3.2. Hipótesis 2

Identificación y control de variables

Variable dependiente: cantidad de agua absorbida.

Variable independiente: superficie del material.

Variable(s) de control: temperatura, presión, cantidad de agua echada y tiempo de contacto con esta.

Establecemos una correlación clara entre la superficie con la que se trabaja y el carácter absorbente de la sustancia, el cual es una propiedad intrínseca de esta. Más bien de la cantidad de celulosa o de otro compuesto de similar comportamiento responsables de tal naturaleza. El motivo de este cambio no responde a otra cosa más que a la necesidad de reformular la pregunta en términos verdaderamente operativos.

Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática

- Una porción de la sustancia sujeto de estudio con una superficie dada
- Agua
- 1 matraz Erlenmeyer
- Un colador o rejilla que haga de soporte en la boca del matraz

Representación gráfica o esquemática del diseño

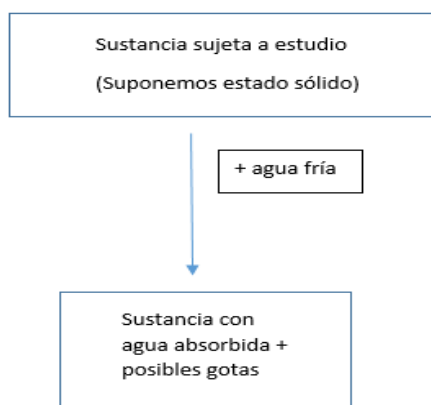


Figura 1.3: esquema de elaboración para la segunda hipótesis.

Toma de decisiones para la resolución del problema: el proceso a seguir

1) Colocamos una rejilla o colador encima de la boca del matraz sobre el que realizaremos la posterior observación.

2) A continuación depositamos el sólido encima, le echamos la misma cantidad de agua que en la hipótesis 1 durante el mismo tiempo que en dicho experimento. Observamos si el sólido absorbe agua y se empapa, o si por el contrario existe una separación clara entre ambos.

Ciertamente, el desarrollo experimental de las dos primeras hipótesis puede realizarse de manera conjunta como acabamos de indicar. De esta manera, conseguimos abordar ambas conjeturas mediante un solo experimento, lo cual dota de un grado de cierta inteligencia, madurez y comprensión de la situación física subyacente a nuestra manera de proceder.

1.3.3. Hipótesis 3

Identificación y control de variables

Variable dependiente: cantidad de sustancia disuelta.

Variable independiente: temperatura

Variable(s) de control: presión y cantidad de disolvente.

Solo trabajamos con un tipo de disolvente (agua) y de soluto (la sustancia). El ir modificando gradualmente la temperatura podrá hacer que la cantidad de soluto disuelta también aumente.

No podemos olvidar que el agua es el disolvente universal por excelencia y siempre será considerado como tal sin importar la proporción en la que se encuentre.

Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática

- Una porción de la sustancia sujeto de estudio
- Agua
- 1 vaso de precipitados o cualquier contenedor de líquidos

Representación gráfica o esquemática del diseño

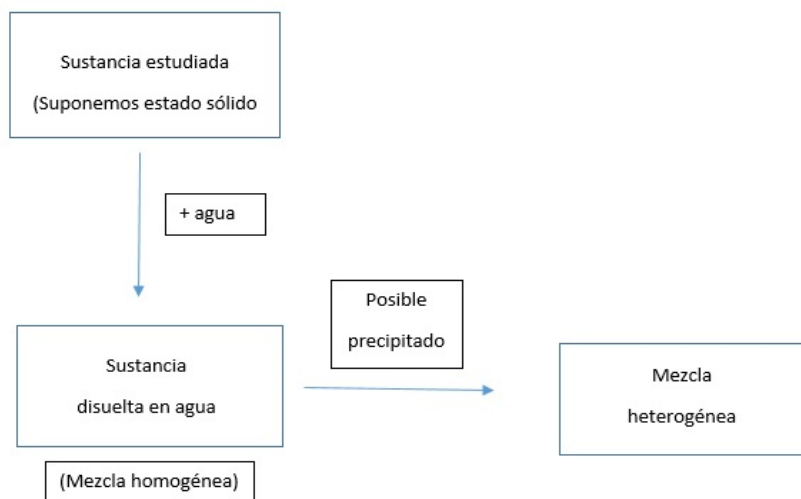


Figura 1.4: esquema de elaboración para la tercera hipótesis.

Toma de decisiones para la resolución del problema: el proceso a seguir

- 1) Añadimos una porción de la sustancia en un recipiente que contenga agua y removemos con el agitador enérgicamente para asegurar la disolución en caso de que haya.
- 2) Observamos si la mezcla resultante presenta un aspecto homogéneo o no, lo anotamos.

1.3.4. Hipótesis 4

Identificación y control de variables

Variable dependiente: cantidad de sustancia que reacciona.

Variable independiente: cantidad de agua echada.

Variable(s) de control: temperatura y presión.

Consideramos el agua como variable independiente al contar con ella probablemente en mucha mayor cantidad que el otro reactivo sujeto a estudio.

Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática

- Una porción de la sustancia sujeto de estudio
- Agua
- Tubos de ensayo

Es algo a destacar que, como sucede con el resto de tratamientos, será especialmente importante en esta situación guardar ciertas medidas de seguridad para evitar accidentes. De tal manera, se deberá vestir bata, guantes y gafas de protección con el objetivo puesto en protegernos de quemaduras o manchas ocasionadas por la posible reacción química que tenga lugar frente a nosotros. Más en concreto, una reacción con sodio como la señalada en el apartado de emisión de hipótesis sería especialmente violenta.

Representación gráfica o esquemática del diseño

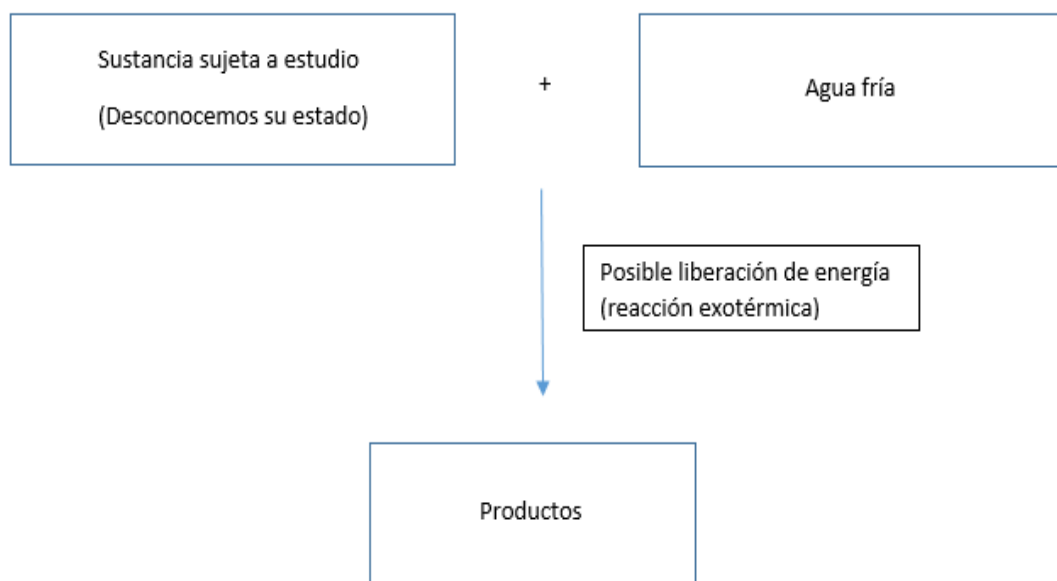


Figura 1.5: esquema de elaboración para la cuarta hipótesis.

Toma de decisiones para la resolución del problema: el proceso a seguir

1) Depositamos una pequeña porción de la sustancia en uno o varios tubos de ensayo si queremos repetir el experimento varias veces modificando la cantidad. Añadimos agua.

2) Observamos si la porción cambia sus propiedades sustancialmente, como su color o tamaño. Así como también prestamos especial atención a la posible emanación de gases o al calentamiento/enfriamiento del recipiente para dictaminar la naturaleza termoquímica del proceso.

1.3.5. Hipótesis 5

Identificación y control de variables

Supongamos, por simplicidad, que la sustancias que estudiamos solo muestran un tipo de comportamiento que va variando. De esta manera, si al comenzar el trabajo experimental nos topamos frente a una serie de objetos que examinar, deberemos proceder de la manera que hemos venido indicando previamente hasta llegar a este apartado.

Variable dependiente: comportamiento observado en contacto con agua.

Variable independiente: naturaleza de la sustancia.

Variable(s) de control: temperatura y presión.

Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática

- Una porción de la sustancia sujeto de estudio
- 2 vasos de precipitados o cualquier contenedor de líquidos
- 1 rejilla o colador
- Tubos de ensayo

Representación gráfica o esquemática del diseño

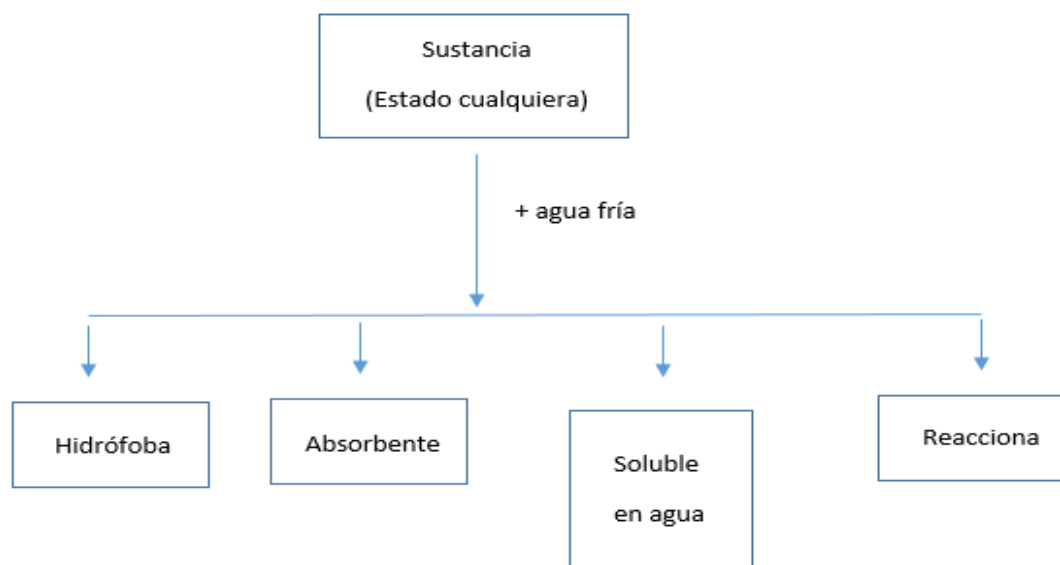


Figura 1.6: esquema de elaboración para la quinta hipótesis.

Toma de decisiones para la resolución del problema: el proceso a seguir

1) Introducimos una parte de la sustancia o ella misma entera y después arrojamamos agua sobre su superficie como se nos es pedido en el mismo nombre de la situación problemática.

2) Este planteamiento hipotético no es más que una recolección en una de todas las hipótesis anteriores en caso de tener que trabajar con varias sustancias durante la sesión. De esta manera, conseguimos aunar en una todas las maneras de proceder.

Bibliografía

- Consulting, I. I. (2021). Sustancias hidrofóbicas. ¿qué son y para qué se utilizan? *Infinitia*, 1-2.
- Guirao, A. (2021). Materiales que abosrben agua. *LaOpinión*, 7-8.
- i Gispert, J. C. (2007). Estructura atómica y enlace químico. *EDITORIAL REVERTÉ S.A.*, 1-30.
- Petrucci R.H., M. J., Herring F.G., y C., B. (2011). Química general, 8ª edición. *Pearson Canada Inc*, 750-768.