



MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO

ESPECIALIDAD: Física y Química

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

¿Qué puede ocurrir cuando dos sustancias se ponen en contacto?

Grupo 3

Ana María Garcelán Lizana

Eduardo Olivares López

David Jesús Patiño Pomares

Curso 2022 - 2023

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 1. Resolución de la situación problemática | 2 |
| 1.1. Introducción | 2 |
| 1.2. Análisis cualitativo | 2 |
| 1.2.1. Marco teórico de referencia: comprensión y representación | 2 |
| 1.2.2. Reformulación del problema en términos operativos | 6 |
| 1.2.3. Restricciones | 6 |
| 1.3. Emisión de hipótesis | 6 |
| 1.4. Diseño y estrategia de resolución | 6 |
| 1.4.1. Identificación y control de variables | 6 |
| 1.4.2. Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática | 7 |
| 1.5. Desarrollo y resolución | 9 |
| 1.5.1. Realización | 9 |
| 1.5.2. Descripción del proceso | 9 |
| 1.5.3. Obtención de resultados | 9 |
| 1.6. Análisis de los resultados | 9 |
| 1.6.1. Regularidades | 9 |
| 1.6.2. Respecto a la hipótesis | 10 |
| 1.6.3. Ejemplo en concreto | 10 |
| Bibliografía | 12 |


Capítulo 1


Resolución de la situación problemática




1.1. Introducción

Nos encontramos frente a la siguiente situación problemática: ¿qué puede ocurrir cuando dos sustancias se ponen en contacto? La respuesta a esta cuestión no es sencilla: es necesario entender primero qué es lo que se está pidiendo en esta pregunta. Posiblemente, lo primero que tendríamos que hacer es fijarnos en las palabras más significativas y problemáticas de esta situación: “sustancia” y “contacto”. Ambas son utilizadas en nuestro día a día, o al menos, las hemos oído más de una vez en nuestra vida cotidiana.

Sin embargo, es necesario entender a qué se refieren ambas palabras con exactitud para poder enfrentarnos a esta cuestión de una manera verdaderamente científica. Esto se hará mediante la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) (Aznar y Nieto, 2009).  En la primera fase de dicha metodología, se establece un análisis cualitativo de la cuestión a abordar, y eso es precisamente lo que se hace en los siguientes apartados de éste documento. Dicho análisis consiste en tres fases importantes:

- La comprensión de la situación problemática a la que se ha de enfrentar uno. Esto es, definir el marco teórico del que hemos de partir para poder resolver la cuestión.
- Reformulación del problema en términos operativos. O bien, redefinir la situación, tal que sea comprensible, concisa y breve.
- Establecer las restricciones que se han de aplicar para el desarrollo de la cuestión. 

Con estas bases establecidas, se procede a la aplicación de esta MRPI para la situación que nos ocupa. Todo ello acompañado en la parte final del trabajo realizado en laboratorio, así como su posterior análisis bajo la luz del modelo que adoptemos para nuestro estudio. 

1.2. Análisis cualitativo

1.2.1. Marco teórico de referencia: comprensión y representación

Destacamos la presencia de dos palabras clave en la formulación de la situación problemática: sustancia y contacto. Estas serán definidas con especial cuidado en breve una vez hayan sido expuestos unos mínimos conocimientos indispensables para su entera comprensión.

La materia es todo aquello que nos rodea dotado de cuatro propiedades básicas e inalienables a su existencia: contar con una masa y volumen dados, estar a una temperatura determinada y poseer carga eléctrica (la cual puede ser nula). Podemos encontrarla en forma de sustancias o mezclas. Dentro del primer grupo podemos distinguir: elementos, los cuales están constituidos por átomos de una sola clase según apunta el modelo atómico de Dalton; y compuestos, conformados por varios elementos en proporciones fijas. Este modelo considera a los átomos como esferas macizas y establece los siguientes postulados (Soledad, 2010):

- La materia está formada por partículas indivisibles llamadas átomos.
- Los átomos de un mismo elemento son iguales entre sí, tienen la misma masa y propiedades.
- Los átomos de elementos distintos tienen diferente masa y propiedades.
- Distintos átomos se combinan entre sí en una relación numérica sencilla y dan lugar a un compuesto.

La principal característica que poseen las sustancias es que no varían su composición aunque produzcamos un cambio de las condiciones físicas en las que se encuentran, es decir, su composición es fija y químicamente definida. Ejemplo de sustancia: el agua (H_2O), no podemos modificar su estructura por medio de procedimientos físicos. Es necesario un cambio químico, el cual definiremos más adelante. (Petrucchi, Herring, y Bissonnette, 2011)

Por otra parte, contamos también con las denominadas mezclas, constituidas por sustancias. Pueden separarse en homogéneas, también conocidas como disoluciones, y en heterogéneas. En las primeras, sus componentes se encuentran en una proporción variable interactuando a nivel molecular o iónico sin reaccionar entre sí (Chang, 2020). Hemos de proceder con cuidado, ya que no podemos establecer como criterio adecuado el discernir sus partes macroscópicamente: puede dar lugar a equívocos, como en el caso de la sangre. Por último, las mezclas heterogéneas son aquellas cuyas componentes permanecen físicamente separadas conservando sus propiedades, llegando a ser distinguibles como tal en ocasiones. Las mezclas, a diferencia de sus integrantes, sí pueden ver separados sus elementos si se ven sometidas a procesos físicos. (Babor, 1983)

La clave si se nos es requerido separar los integrantes de una mezcla radica en encontrar una propiedad física que les diferencie y trabajar con ella: punto de ebullición (destilación), tamaño del gránulo (filtración), solubilidad (cristalización), ferromagnetismo (imanes)...

Por último, hablamos de los estados de agregación en los que puede encontrarse la materia: sólido, líquido y gaseoso. Así, junto con el modelo de Dalton previamente presentado, unimos la aportación de la Teoría Cinético - Molecular: los átomos que conforman la materia se encuentran en movimiento por estar a una temperatura dada, el cual aumenta si elevamos dicha magnitud.

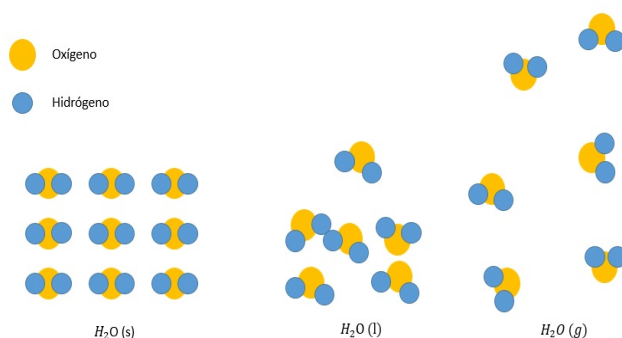


Figura 1.1: Teoría Cinético - Molecular como modelo de los estados de agregación.



- **Sólidos:** los átomos o moléculas están en contacto próximo, a veces en disposiciones muy organizadas que se llaman cristales. Tienen una forma definida. (Petrucci y cols., 2011)
- **Líquidos:** los átomos o moléculas tienen más libertad de movimiento que en el caso anterior, por lo que pueden rotar, vibrar y trasladarse en mayor medida: fluyen. Pero, pese a esto, las partículas que los componen siguen permaneciendo unidas. Esto explica el porqué adaptan la forma del recipiente que les contiene, pero conservan un volumen fijo y definido.
- **Gases:** cuentan con una libertad mucho mayor que los estados previos, por lo que las partículas pueden realizar cualquier tipo de movimiento con total de libertad sin la necesidad de permanecer unidas a sus compañeras. Esto hace que, a diferencia de los líquidos, no presenten un volumen constante: tienden a ocupar todo el recipiente que les contiene como consecuencia directa de su gran libertad de movimiento.

Con todo lo dicho, ya nos hayamos en condiciones de abordar el problema del contacto y qué entendemos por ello. Si lo que tenemos entre manos son sólidos, la operación consistiría en juntar sus superficies. Este proceso puede ser llevado a cabo simplemente juntándolos si cuentan con tamaños considerables, o sirviéndonos de un instrumento auxiliar como puede ser un mortero para **aplastarlos** de manera conjunta si presentan una naturaleza granulosa. Aunque con cuidado, pues no queremos fuentes externas de calor significativas que puedan alterar nuestro procedimiento.

En el caso de contar con dos sustancias en estado líquido, poner en contacto consistiría en verter una sobre la otra con cuidado para evitar salpicaduras indeseadas. Para sólido y líquido, introducimos el primero en el interior del volumen que ocupe el segundo, el cual supondremos que se encontrará en mayor cantidad por simplicidad. Ahora, pasamos a abordar los tipos de cambios:

- **Cambio físico:** permite variar el estado de la sustancia sujeta a estudio o su apariencia, pero jamás su estructura interna. Se entienden como procesos reversibles.
- **Cambio químico:** modifican la composición química de una sustancia, dando lugar a otra(s) diferente(s). Son comprendidos como irreversibles.

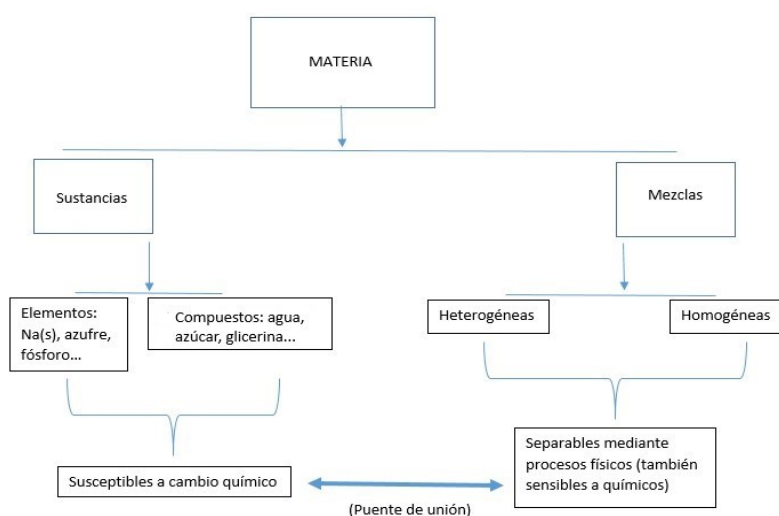


Figura 1.2: esquema gráfico del análisis cualitativo.



Un breve inciso sobre lo dicho con respecto a mezclas, cuando decimos que son sensibles a cambio químico queremos destacar el hecho de que sus componentes también pueden reaccionar con otra sustancia que sea añadida. Por ejemplo, en caso de contar con una sustancia insoluble en agua (mezcla heterogénea), podríamos añadir una segunda sustancia la cual reaccionaría con la primera obteniendo un cambio químico. Esto daría lugar a las conocidas como reacciones en medio acuoso, de gran importancia para la vida.

Tipos de cambios con los que podemos encontrarnos

- Podemos encontrarnos con un escenario de no interacción aparentemente, pero en el fondo sí tendríamos entre manos un proceso físico en el que nos encontraríamos frente a una mezcla heterogénea. En el posible escenario de contar con dos sólidos de gran tamaño, la separación tendría lugar retirando el contacto entre superficies.

- Al poner en contacto dos cuerpos (objetos, sustancias de tamaño macroscópico...) a distintas temperaturas, el principio cero de la termodinámica entrará en acción y tendrá lugar un flujo de calor entre ambos cuerpos hasta que ambos alcancen el equilibrio termodinámico, es decir, hasta que se encuentren a la misma temperatura. O también puede darse el caso de contar con dos materiales ferromagnéticos que permanezcan unidos fuertemente gracias a esta interacción electromagnética recién mencionada. Digamos que este caso supone un refinamiento del anterior escenario de heterogeneidad. En casos extremos como el galio o el bromo, podrá producirse a su vez un cambio de estado por el mero contacto con algo a temperatura ambiente o ligeramente superior.

- Uno puede ser soluble en otro y dar origen a una disolución (mezcla homogénea), lo cual también sería considerado como cambio físico. Podríamos proceder a su separación calentando o enfriando la mezcla, lo que haría cambiar la solubilidad obteniendo un sólido cristalizado. Pero debemos prestar especial atención: en este caso específico contaríamos con una mezcla heterogénea.

- Ambas sustancias pueden reaccionar dando lugar a un cambio químico en el que dispondríamos de nuevos productos de composición interna distinta. Esta situación supondría un proceso de irreversibilidad, que además puede venir acompañado de procesos físicos como la liberación de energía térmica sabiendo la naturaleza termoquímica de lo sucedido. Dentro de una reacción o cambio químico, podemos encontrarnos con un escenario de hetero u homogeneidad. Por ejemplo, en la reacción del carbonato cálcico (presente en el mármol) con ácido clorhídrico, obtenemos dióxido de carbono, dicloruro de calcio y agua: partimos de un escenario de mezcla heterogénea aterrizando en otro homogéneo en el cual los productos se encuentran disueltos en el disolvente principal y universal por excelencia, que es el agua.



Una vez presentado este ejemplo concreto de reacción química nos hallamos en las condiciones idóneas de introducir la tipología de reacciones químicas que podemos encontrarnos generalmente. Distinguimos las siguientes categorías:

- Síntesis: dos reactivos se unen para dar lugar a otra sustancia.
- Descomposición: una sustancia se descomponen en sus integrantes.
- Sustitución: una sustancia pone en el lugar de uno de sus integrantes otra.
- Sustitución doble: dos sustancias intercambian alguno de sus integrantes con la otra.

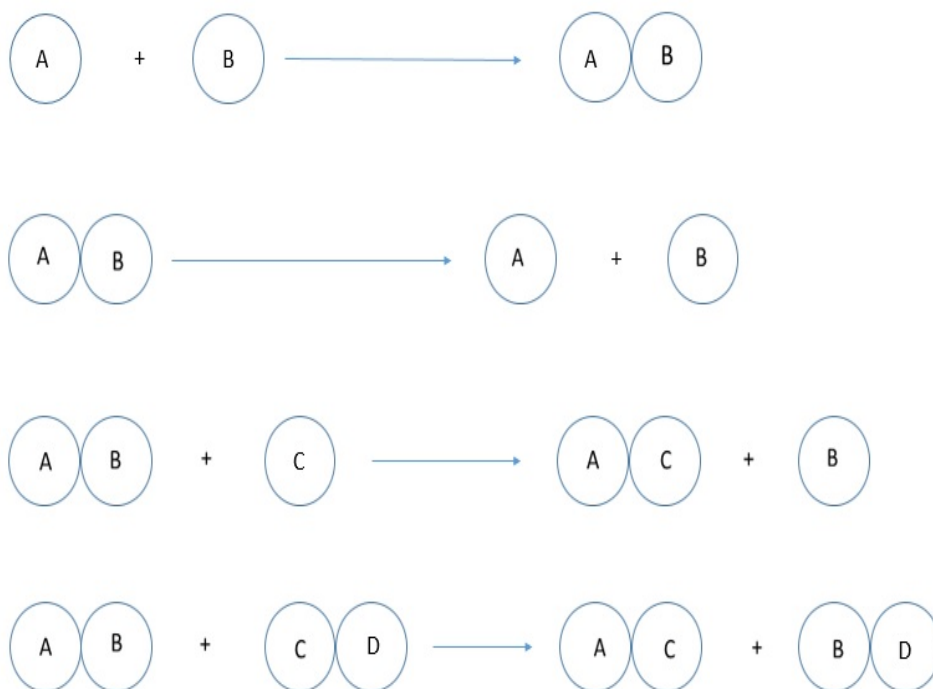


Figura 1.3: tipos de reacciones químicas.

1.2.2. Reformulación del problema en términos operativos

Observar, comprobar y **saber** identificar el tipo de cambio que se produce al juntar las dos sustancias estudiadas.

1.2.3. Restricciones

- No se trabajará con gases por su difícil manipulación.
- Trabajaremos en condiciones de presión y temperatura ambiente constante, y en todo caso podremos aumentar esta última mediante el empleo de un mechero.
- El criterio de solubilidad se restringe a soluble e insoluble.

1.3. Emisión de hipótesis

Hipótesis planteada: al juntar las dos sustancias tendrá lugar un cambio físico.

1.4. Diseño y estrategia de resolución

1.4.1. Identificación y control de variables

Variable dependiente: la aparición o no de un cambio físico.


Variable independiente: naturaleza de las sustancias utilizadas.


Variable(s) de control: temperatura y presión.

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

Material y normas de laboratorio


Una vez nos encontremos en el laboratorio, deberemos respetar una serie de indicaciones y saber para qué y cómo emplear correctamente el material de trabajo presente en dicho espacio.

En lo que respecta a esto último, mencionamos los siguientes elementos necesarios para realizar el experimento: 

- Sustancias sujetas a estudio
- 1 vaso de precipitados: recipiente en el cual se preparan disoluciones, se agitan o calientan líquidos o se preparan procesos de precipitación.
- Tubos de ensayo: pequeños recipientes en los que realizar ensayos o comprobaciones como su propio nombre indica. No medimos volúmenes con ellos.
- 1 mortero: cuya finalidad consiste en moler, triturar o aplastar sustancias sólidas.
- 1 mechero Bunsen: empleado  para calentar algunos de los recipientes arriba expuestos.
- Papel de filtro: material cuya finalidad radica en retener impurezas insolubles al hacer pasar a través de él una disolución.

El vaso de precipitados deberá ser usado si una de las sustancias incógnita se encuentra en estado líquido y necesita de un recipiente que la contenga, o si incorporamos agua a una de ellas con el objetivo de estudiar sus propiedades. Por el contrario, el mortero podrá ser empleado si ambos se encuentran en estado sólido y podemos contar con una pequeña porción de ellos, ya sea en forma de polvos o de minúsculas fracciones.

Podremos contar con otros materiales no mencionados a la hora de trabajar, los cuales dependerán en gran medida de los estados de las sustancias estudiadas. Por último, unas breves normas sobre la actuación en laboratorio de cara a evitar accidentes:

- Al calentar tubos de ensayo, no apuntarlos en la dirección en la que se encuentre alguien.
- Mientras se emplee el mechero Bunsen las cerillas deberán permanecer alejadas.
- Ponerse gafas de protección y guantes de látex  al trabajar con las sustancias incógnita o el resultado de la mezcla de ambas.
- No inhalar posibles gases que puedan desprenderse al calentar las sustancias.
- Contar en todo momento con la ayuda del docente y disponer de su atención cuando sea necesario porque las circunstancias de seguridad así lo requieran.
- Queda terminantemente prohibido manejar libremente las sustancias, así como tocarlas sin protección, inhalarlas o llevárselas a la boca.

Representación gráfica o esquemática del diseño

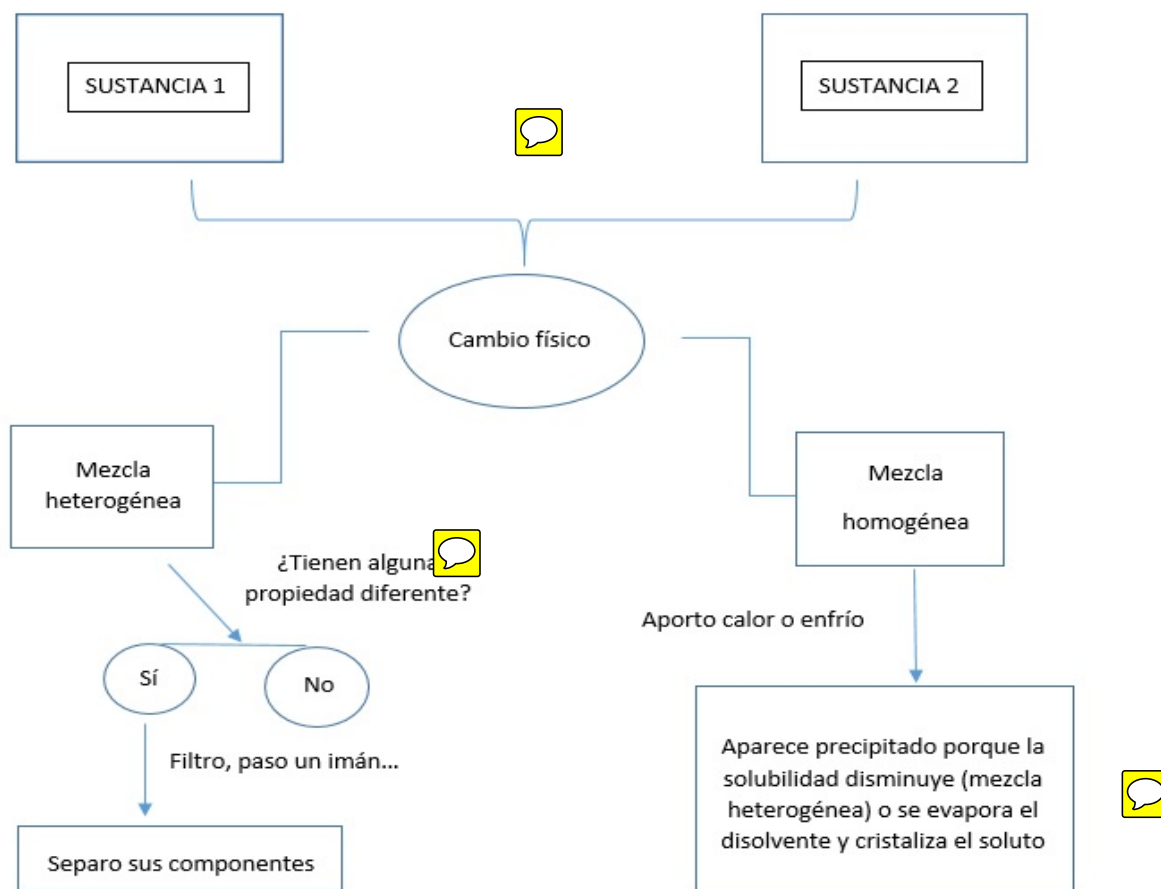


Figura 1.4: esquema de elaboración para la hipótesis planteada sobre el cambio físico.

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

1) Cogemos pequeñas porciones de las sustancias estudiadas. Si son dos sólidos, podemos depositarlas en el mortero y comenzar a trituras, así como también podríamos introducirlas en un tubo de ensayo y agitar. En caso de contar con una de ellas en estado líquido emplearemos necesariamente un tubo de ensayos o un vaso de precipitados donde juntarlos.

2) Observamos qué ocurre y lo anotamos. Proseguimos disolviendo A, B y otra pequeña porción de la mezcla para contar con información sobre sus solubilidades de cara a la comprobación de la hipótesis y la reversibilidad del cambio.

3) En caso de tener dos sólidos, si la mezcla final resultante resulta ser insoluble, convendría recoger el líquido sobrenadante sobre el que echaremos nuevamente sustancia A y B para observar qué ocurre y llegar a una conclusión sobre cuál era el reactivo limitante en caso de encontrarnos frente a un cambio químico.




4) En caso de no reaccionar y presentar distintas solubilidades, podríamos separar las componentes de la mezcla heterogénea conformada por los dos sólidos añadiendo agua y haciendo pasar el conjunto por un papel de filtro para recuperar nuevamente la sustancia insoluble.

5) En resumen, toda nuestra actuación debe estar orientada en la obtención clara sobre una conclusión de la reversibilidad o no del proceso.


1.5. Desarrollo y resolución

1.5.1. Realización

El primer paso consiste en poner una pequeña porción de **ambas** dentro de un tubo de ensayos, el cual agitamos y dejamos reposar en la gradilla para ver qué ocurre. También las colocamos en un mortero y procedemos a moler y triturar. Nos aseguramos en todo momento de disponer de suficiente cantidad para comprobaciones posteriores.

 Echamos agua sobre A, B y la mezcla de ambas para estudiar solubilidad. Si el resultado final es insoluble, resulta evidente que deberá ser otra sustancia distinta de A y B, las cuales sí lo son. Este es el objetivo de trabajar con agua.  


1.5.2. Descripción del proceso


Nos encontramos dos sustancias sólidas desconocidas A y B, de color blanco brillante y textura granulosa. Con el mortero y el tubo de ensayos llegamos al mismo resultado, pero más rápidamente con el primer instrumento mencionado. 

La fase en la que pasamos a trabajar en medio acuoso resulta clave para llegar a una evidencia contundente de la posible reversibilidad del proceso por el motivo que indicamos en el subapartado anterior.

1.5.3. Obtención de resultados


Al juntar A y B, obtenemos un polvo de color amarillo. Este cambio de color puede hacernos pensar que nos hallamos frente a otra sustancia, pero un análisis meramente basado en la apariencia física muy seguramente nos lleve a equívocos. Es necesario pasar a comprobar propiedades.

Pudimos comprobar que A y B sí son solubles, pero el resultado de su puesta en contacto no. Como ya adelantamos en el er subapartado, esto indica claramente que hemos obtenido una nueva **sustancia C**, que no es soluble como sus generadores.

La mejor manera de ratificar lo que acabamos de afirmar es comprobar si sigue habiendo sustancia A o B. Esto es así puesto que las hemos empleado en cantidades completamente arbitrarias y una de ellas habrá actuado como limitante. En efecto, si echamos A, no sucede nada, mientras que con la adición de B detectamos nuevamente la aparición de polvo amarillo, correspondiente a la sustancia C. 

1.6. Análisis de los resultados

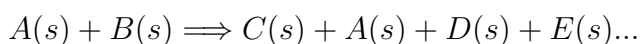
1.6.1. Regularidades

Como resulta evidente, nos topamos con una clara regularidad durante nuestro trabajo en laboratorio: la aparición de sustancia de color amarillo durante la primera puesta en contacto en el mortero y tras la incorporación de B en el líquido sobrenadante, **resultado de la insolubilidad de C**. Esto pone de manifiesto la existencia de un patrón común. 

1.6.2. Respecto a la hipótesis

En aquel líquido sobrenadante que venimos hablando, había sustancia A en exceso que reaccionó con B al ser incorporado. Sabemos que ha tenido lugar un cambio químico porque había sustancia A conviviendo con C, luego necesariamente C tiene que ser distinto a las otras dos sustancias sujetas a estudio. No puede tratarse de A porque solo contaríamos con sustancia A, y eso no es posible al haber añadido B al principio. Así como tampoco puede ser B, puesto que sabemos que este es soluble en agua.

De esta manera, podemos plantear lo sucedido en términos de reacción química de la siguiente manera:

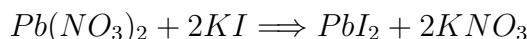


donde C hace alusión al polvo de color amarillo, mientras que D y E hacen alusión a otras posibles sustancias que no hayamos podido detectar, así como también puede haber más de cuya existencia no tengamos indicios. Necesitamos saber de manera concreta qué son A y B para poder dar un paso más allá y desvelar su identidad.

El verificar la irreversibilidad del proceso implica la negación de la hipótesis planteada anteriormente sobre el cambio físico: ha tenido lugar un cambio químico.

1.6.3. Ejemplo en concreto

Una vez concluida la sesión de laboratorio, sabemos que las sustancias A y B incógnito que intervienen son las siguientes, produciéndose esta reacción química:



nitrato de plomo (II) reacciona con yoduro de potasio para dar yoduro de plomo (II) y nitrato de potasio. El modelo atómico de Dalton ya presentado en los inicios de la resolución de esta situación problemática resulta conveniente y eficiente para entender la reacción que tenemos entre manos y justificar su estequiometría:

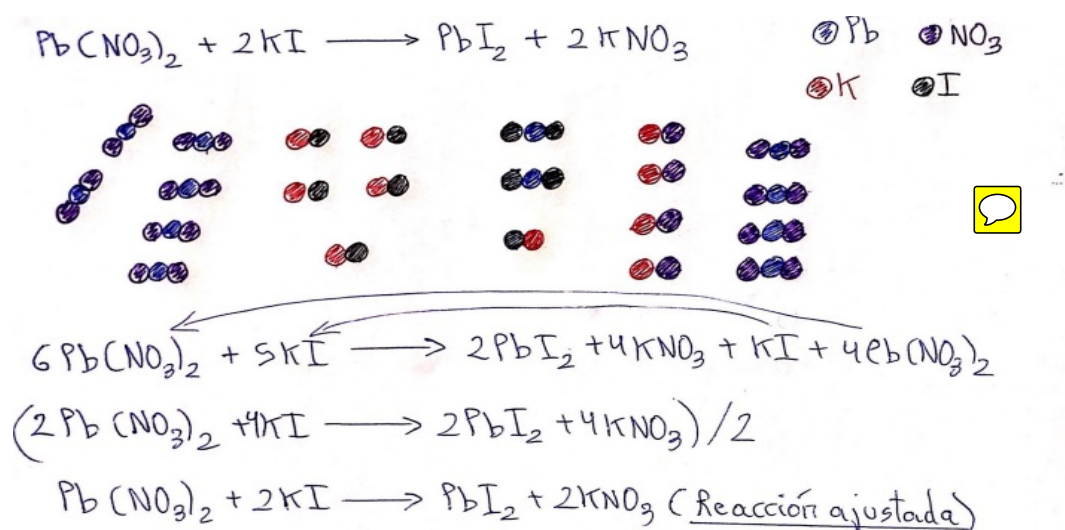


Figura 1.5: modelización para la reacción química estudiada.

Seis moléculas de nitrato de plomo (II) reaccionan con dos de yoduro de potasio para obtener dos de yoduro de plomo (II) y cuatro de nitrato de potasio. Además, sabemos que sobra una de yoduro de potasio y cuatro de nitrato de plomo (II), ya que el yodo actúa como reactivo limitante. Pasamos este sobrante al otro lado, quedándonos solo coeficientes múltiplos de dos. Dividimos por este número y llegamos a la expresión inicial de la reacción.



Bibliografía

- Aznar, M. M. M., y Nieto, M. P. V. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 343-345.
- Babor, J. A. (1983). *Química general moderna*. Barcelona: Editorial Marín, S.A.
- Chang, R. (2020). *Química, 13ª edición*. Nueva York: Editorial McGraw-Hill.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., y Bissonnette, C. (2011). *Química general, 10ª edición*. California: Editorial Pearson.
- Soledad, E. (2010). La química y la teoría atómica: química general. *Licenciatura y grado en química UNED*, 1(2), 22-23.