



# Desarrollo de habilidades de pensamiento en el Laboratorio de **Química General**

Coordinadora: Flor de María Reyes-Cárdenas

## **Autores**

Flor de María Reyes-Cárdenas • Elizabeth Nieto Calleja • Mercedes Guadalupe Llano Lomas  
Myrna Teresa Carrillo Chávez • Carlos Catana Ramírez • Alberto Colín Segundo  
Alfonso García Márquez • Gustavo Garduño Sánchez • Fabiola González Olguín  
Gisela Hernández Millán • Patricia Alejandrina Lechuga Uribe • Norma Mónica López Villa  
Margarita Mena Zepeda • Kira Padilla Martínez • Brenda Lizette Ruiz Herrera

**Proyecto PAPIME PE211016 y PE211017**



Desarrollo de habilidades  
de pensamiento en el  
Laboratorio de Química General

Primera edición: 2019

Fecha de edición: 18 de febrero de 2019

D.R. © 2019 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán,  
C.P. 04510, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-30-1992-7

Tamaño 2.5 MB

Tipo de impresión: PDF

Tiraje: 1 (web)

“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio,  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”

**Publicación autorizada por el Comité Editorial de la Facultad de Química**

Hecho en México



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química



# Desarrollo de habilidades de pensamiento en el Laboratorio de Química General

Coordinadora: Flor de María Reyes-Cárdenas

Autores

- Flor de María Reyes-Cárdenas
- Elizabeth Nieto Calleja
- Mercedes Guadalupe Llano Lomas
- Myrna Teresa Carrillo Chávez
- Carlos Catana Ramírez
- Alberto Colín Segundo
- Alfonso García Márquez
- Gustavo Garduño Sánchez
- Fabiola González Olguín
- Gisela Hernández Millán
- Patricia Alejandrina Lechuga Uribe
- Norma Mónica López Villa
- Margarita Mena Zepeda
- Kira Padilla Martínez
- Brenda Lizette Ruiz Herrera

Proyecto PAPIME PE211016 y PE211017



Agradecemos la colaboración de los alumnos: Ximena Baltazar Olivares, Carlos Eugenio Cafaggi Lemus, Alejandro Cerón Villalva, Esperanza de la Cruz Olivares.



# – ÍNDICE –

PRESENTACIÓN .....	xi
MANEJO DEL MATERIAL VOLUMÉTRICO DE VIDRIO.....	1
SOLUBILIDAD.....	7
SEPARACIÓN DE MEZCLAS.....	11
PROPIEDADES PERIÓDICAS.....	15
INTERACCIONES EN LAS SUSTANCIAS.....	25
REACCIÓN QUÍMICA .....	31
MASAS RELATIVAS.....	39
PROYECTO FINAL.....	43

## ¡ATENCIÓN!

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.



# – PRESENTACIÓN –

Estimado alumno:

Este documento para el Laboratorio de Química General I está basado en propuestas de trabajo experimental que permiten el desarrollo de habilidades de pensamiento, con base en los contenidos teóricos de la asignatura.

Los protocolos experimentales aumentan tu responsabilidad y autonomía en forma gradual para:

1. Involucrarte en la investigación científica a través de cuestionamientos.
2. Dar prioridad a los datos experimentales, lo que te permitirá generar y evaluar las explicaciones que has desarrollado para responder a la pregunta de investigación.
3. Formular explicaciones a partir de la evidencia, para dar respuesta a la pregunta de investigación.
4. Evaluar tus explicaciones a la luz de otra información, por ejemplo, de tus compañeros o de la reportada en los textos de consulta.
5. Comunicar y justificar las explicaciones propuestas.<sup>1</sup>

Lo anterior se reflejará en tu capacidad para elaborar tu diseño experimental, generar hipótesis, tomar decisiones para resolver las dificultades que se presenten, decidir el tipo de registro de los datos más adecuado y proponer el análisis crítico de los resultados obtenidos tomando en cuenta la información reportada en la bibliografía.

Los objetivos de aprendizaje de los protocolos consideran tres ejes fundamentales: la construcción conceptual, el desarrollo de destrezas necesarias en el laboratorio y el desarrollo de habilidades de pensamiento.

Además, en cada uno de los protocolos se aborda una de las siguientes tres habilidades de pensamiento de forma explícita: el diseño de procedimientos experimentales, la argumentación y la generación y uso de modelos y representaciones.

El programa del Laboratorio de Química General I de la Facultad de Química de la UNAM se aborda con ocho protocolos experimentales que van aumentando el grado de tu responsabilidad y autonomía:

1. Manejo del material volumétrico de vidrio
2. Separación de mezclas
3. Solubilidad
4. Propiedades periódicas

---

<sup>1</sup> NRC. (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academies Press.

5. Interacciones en las sustancias
6. Reacción química
7. Masas relativas
8. Proyecto Final

Por lo anterior y para garantizar un adecuado avance en tu aprendizaje, es muy recomendable desarrollar el programa del laboratorio con los protocolos secuenciados.

Esta propuesta de trabajo experimental considera tres premisas fundamentales: 1) el laboratorio debe ser un espacio educativo que promueva el aprendizaje de los diferentes y complementarios aspectos que se abordan en el aula de teoría<sup>2,3</sup>, 2) no debe limitarse a comprobar la teoría ni a seguir una serie de instrucciones escritas para obtener resultados correctos o incorrectos<sup>4</sup> y 3) debe promover la reflexión, la toma de decisiones y la argumentación<sup>5</sup>.

A lo largo de esta propuesta holística se gesta el conocimiento y el desarrollo de habilidades, y se va entretejiendo lo aprendido, discutido y cuestionado en cada uno de los protocolos con el resto de ellos, generando así un resultado más vasto que la suma de la contribución de cada protocolo por separado. Con esta propuesta didáctica en el trabajo experimental se busca dar una introducción a los procesos de construcción científica.

Esperamos que disfruten, aprendan, se sorprendan y elaboren explicaciones de los fenómenos en su trabajo experimental.

**Los autores**

---

<sup>2</sup> Derek Hodson Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química* 16(1), (2005) pp. 30-38.

<sup>3</sup> Caamaño, A., (2005) Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia. *Educación Química* 16(1), pp. 10-19.

<sup>4</sup> Schauble, L.; Glaser, R.; Raghavan, K. & Reiner, M. Causal models and experimentation strategies in scientific reasoning. *The Journal of the Learning Sciences* 1(2), (1991) pp. 201-238.

<sup>5</sup> Hodson, D. Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum. *Curriculum Studies* 6, 1998, pp. 191-216.

# – MANEJO DEL MATERIAL VOLUMÉTRICO DE VIDRIO<sup>6</sup> –

## OBJETIVO

Conocer los instrumentos de medición volumétrica y entender su uso en las diferentes técnicas básicas realizadas en el Laboratorio de Química General.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

- Investiga los siguientes conceptos:
  - Significado de: TD, TC, EX, IN, PC, PE
  - Medidas de tendencia central
  - Medidas de dispersión de datos
  - Media aritmética
  - Desviación estándar
  - Material volumétrico de vidrio
  - Precisión y exactitud
- Dibuja el material de vidrio que usarás en esta práctica y detalla sus características.

**¡ATENCIÓN!**

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

<sup>6</sup> Protocolo modificado a partir de la práctica con el mismo nombre de: Llano, M. y Müller, G. (1997) *Reforma de la Enseñanza Experimental para el curso de Laboratorio de Química General*, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química, 200 pp.

## ► PROBLEMA 1

¿Por qué razón es necesario documentar la temperatura a la que se mide el volumen de un líquido?

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Observa detalladamente las especificaciones de la probeta de 100 mL que vas a utilizar.
2. ¿A qué temperatura está calibrado el material que utilizarás?
3. ¿A qué temperatura trabajarás en el laboratorio?
4. Tomando en cuenta una diferencia de temperaturas de trabajo y de calibración, explica cómo se pueden ver afectados tus resultados.
5. Pon a enfriar agua destilada (más de 100 mL) en un vaso de precipitados. Una vez fría, llena una probeta hasta la marca de 100 mL. Tapa la probeta con parafilm o con un pedazo de plástico limpio y una liga, y espera a que llegue a temperatura ambiente.
6. En otro vaso de precipitados calienta suficiente agua destilada a 50 °C. Llena la probeta hasta la marca de 100 mL. Tapa la probeta con parafilm o con un pedazo de plástico limpio y una liga. Espera hasta que el agua haya alcanzado la temperatura ambiente y observa el volumen del líquido con respecto a la marca de 100 mL.
7. Registra todas tus observaciones.

### CUESTIONARIO 1

1. ¿Qué observas cuando llenas la probeta con agua caliente y permites que alcance la temperatura ambiente? ¿A qué atribuyes este cambio?
2. ¿Qué observas cuando llenas con agua la probeta a temperatura ambiente y permites que se enfríe más? ¿A qué atribuyes este cambio?
3. ¿Qué pasaría si se llena la probeta a la marca de 100 mL con agua a 6 °C y se deja que alcance la temperatura ambiente?
4. Registra todas las especificaciones que tiene una probeta y explica qué significa cada una de ellas.
5. ¿Por qué los instrumentos de medida precisa y exacta (matraces y pipetas volumétricas) no se pueden calentar o enfriar?
6. Investiga en la literatura cuál es la temperatura adecuada para medir 50.0 mL de agua, en un matraz volumétrico de igual capacidad.

## PROBLEMA 2

Determina experimentalmente, de los siguientes materiales: pipeta graduada de 5 mL, pipeta volumétrica de 5.0 mL y bureta de 50.0 mL, ¿cuál es el más apropiado para medir, con mayor exactitud y precisión, 5 mL de un reactivo líquido a temperatura ambiente?

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Determina la masa de un vaso de precipitados limpio y seco en una balanza digital, en la cual deberás realizar todas tus determinaciones.
2. Registra la temperatura del agua destilada que vas a utilizar.
3. Mide 5 mililitros de agua con una pipeta graduada de 5 mL. Cuida que el menisco del líquido coincida con la marca indicada (si tienes dudas consulta a tu profesor). Vacía el agua en el vaso, determina su masa y registra tus datos en la **Tabla 1**. Realiza 5 medidas y coloca tus datos en la **Tabla 1**.<sup>Nota 1</sup>
4. Repite el paso 3 sustituyendo la pipeta graduada por:
  - a) Una pipeta volumétrica de 5.0 mL
  - b) Una bureta de 50.0 mL
5. Calcula el promedio ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar ( $s$ ) de la serie de datos obtenidos.

**Nota 1.** Para facilitar el proceso, adiciona cada volumen medido en el mismo vaso y determina la masa total de cada medida; por diferencia, determina la masa real de los 5 mL de agua medidos de cada repetición.

Consulta la bibliografía de referencia, verifica la información del siguiente cuadro e incluye el significado de cada símbolo:

Media aritmética:	Desviación estándar muestral:
$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}}$
Bibliografía consultada:	

**Tabla 1.** Datos del Problema 2.

Revisa el material con que cuentas y observa cuál de las siguientes especificaciones vienen indicadas (TD, TC, EX, IN, PC, PE). Marca del material:

	Pipeta graduada	Pipeta volumétrica	Bureta
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{x}$			
s			
Tol.*			

\* Tolerancia del material utilizado.

## CUESTIONARIO 2

1. ¿Qué indica el valor de la desviación estándar?
2. ¿Cuál es el concepto de error?
3. ¿En qué se diferencian el error y la desviación estándar?
4. Indica el orden creciente de exactitud de los materiales utilizados.
5. Señala el orden creciente de precisión de los materiales utilizados.
6. Compara la desviación estándar obtenida con la tolerancia registrada en cada material, ¿tienen la misma tendencia?
7. De los materiales utilizados, pipeta graduada de 5 mL, pipeta volumétrica de 5.0 mL y bureta de 25.0 mL, ¿cuál es el más apropiado para medir, con mayor exactitud y precisión, 5 mL de un reactivo líquido a temperatura ambiente? Explica tu respuesta con base en las características de cada instrumento.

## ► PROBLEMA 3

Determina experimentalmente de los siguientes materiales de vidrio: matraz volumétrico de 50.0 mL, vaso de precipitados de 250 mL y probeta de 50 mL, ¿cuál elegirías para medir a temperatura ambiente 50 mL de un reactivo líquido?

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los resultados se registrarán en la **Tabla 2**. El procedimiento para llevar a cabo este experimento es el siguiente:

1. Registra la temperatura del agua destilada que vas a utilizar.
2. Indica la masa de 50 mL de agua a temperatura ambiente, utiliza para ello: un matraz volumétrico de 50.0 mL, un vaso de precipitados de 250 mL y una probeta de 50 o 100 mL.
3. Para cada toma de datos documenta la masa de los 50 mL y, posteriormente, vacía el vaso de precipitados para un nuevo registro. No es necesario secar el vaso de precipitados, es suficiente con tarar antes de adicionar el siguiente volumen.
4. En este caso no será posible adicionar los 250 mL (de 50 mL en 50 mL) en el vaso de precipitados, ya que la masa excede la capacidad máxima de la balanza digital.

**Tabla 2. Resultados del Problema 3.**

(TD, TC, EX, IN, PC, PE); \_\_\_ + \_\_\_ marca

Masa de 50 mL de agua a \_\_\_ °C, utilizando los siguientes materiales:

	Matraz volumétrico	Vaso de precipitados	Probeta ___ mL
1			
2			
3			
4			
5			
$\bar{x}$			
s			
Tol.*			

\* Tolerancia del material utilizado.

## CUESTIONARIO 3

1. Indica el orden creciente de exactitud de los materiales empleados.
2. Señala el orden creciente de precisión de los materiales utilizados.
3. De los materiales utilizados, ¿cuál elegirías para medir a temperatura ambiente 50 mL de un reactivo líquido?

## CUESTIONARIO FINAL

1. ¿Qué significan las siguientes indicaciones de la pipeta graduada?

Observa la de 5 mL.

- a) Tol.  $\pm 0.008\%$
  - b) PE\* 20 °C
2. ¿Qué especificaciones tienen cada uno de los materiales utilizados en la práctica?
  3. ¿Qué pasaría si durante el experimento se usaran balanzas diferentes?
  4. ¿Cuál es la diferencia entre el material para verter y el material para contener?
  5. Del material que utilizaste, ¿cuál es material para verter y cuál material para contener?
  6. Si se requiere medir con exactitud y precisión 50 mL de un reactivo, ¿cuál es la mejor estrategia?
    - a. utilizar cinco veces una pipeta volumétrica de 10.0 mL
    - b. utilizar una bureta de 50 mL

**Nota.** La nomenclatura adecuada para denotar el volumen total de los instrumentos volumétricos de precisión es: 10.0 mL; donde se escribe adicionalmente “.0” después del volumen del que se trate dicho instrumento. Para los materiales graduados el volumen total no se expresa con esa nomenclatura, por ejemplo: 10 mL.

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Queré, A.; Dosal, M.A.; Gómez del Río, I.; Sandoval, R.; Pasos, A.; Villanueva, M. y Chávez, J. *Antología de Química Analítica Experimental* (S.f.) Consultado en [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivo/ANTOLOGIA\\_24903.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivo/ANTOLOGIA_24903.pdf), el 11 de marzo de 2019.
- b) CENAM y EMA; (2016). *Guía Técnica sobre Trazabilidad Metrológica e Incertidumbre de medida en los Servicios de Calibración de Recipientes Volumétricos por el Método Gravimétrico*, Consultado en [https://www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas/descarga/pdf/pdf\\_calibracion/CALIBRACION\\_volumen\\_metodo\\_gravimetrico\\_v03.pdf](https://www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas/descarga/pdf/pdf_calibracion/CALIBRACION_volumen_metodo_gravimetrico_v03.pdf), el 11 de marzo de 2019.
- c) *Vocabulario Internacional de Metrología, Conceptos fundamentales y generales y términos asociados (VIM)*; (2008) Consultado en [http://www.sim-metrologia.org.br/voca\\_int\\_metro.pdf](http://www.sim-metrologia.org.br/voca_int_metro.pdf), el 11 de marzo de 2019.

# – SOLUBILIDAD –

## OBJETIVOS

- Identificar la sal asignada, considerando únicamente la solubilidad informada en la literatura.
- Encontrar relaciones y patrones para comprender el fenómeno de solubilidad y las variables involucradas.
- Proponer y realizar el diseño experimental que se llevará a cabo.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

1. ¿A qué se refieren los siguientes términos: soluto, disolvente y disolución?
2. ¿Cuáles son las características físicas que presentan las disoluciones no saturadas, saturadas y sobresaturadas?
3. Escribe lo que entiendes por solubilidad.
4. ¿Cuál es la definición de solubilidad según las referencias bibliográficas?
5. ¿Cómo afecta la temperatura a la solubilidad en agua de una sal?
6. ¿Qué método de separación de mezclas se basa en la diferente solubilidad de los componentes? Explica en qué consiste ese método.
7. ¿Cuál es la relación entre los procesos de disolución y de cristalización de una sal?
8. ¿Cuál es la toxicidad de las sustancias que se utilizarán en esta práctica? Consulta los rombos de seguridad correspondientes.
9. ¿Qué información da una curva de solubilidad?

**¡ATENCIÓN!**

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## PROBLEMA 1<sup>7</sup>

¿Cuál es la temperatura de inicio de cristalización de la sal nitrato de potasio, en las tres disoluciones preparadas según las indicaciones de la **Tabla 1**?

1. Prepara un baño María con agua de la llave.
2. Etiqueta tres tubos de ensayo limpios y secos; coloca en cada uno de ellos las masas de nitrato de potasio y los volúmenes de agua que se indican en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Composición de los tubos A, B y C.

Tubo	A	B	C
Masa (g) de KNO <sub>3</sub>	0.458	0.916	2.290
Volumen (mL) H <sub>2</sub> O	1	2	5

3. Genera una hipótesis con respecto a lo que va a ocurrir, de acuerdo con la pregunta planteada en el ejercicio.
4. Ten cuidado con dos aspectos: i) que no quede sólido en las paredes del tubo; ii) debes evitar la evaporación del agua dentro del tubo de ensayo.
5. Coloca el tubo A en el baño María e introduce un termómetro en él. Es importante conservar en todo momento el termómetro dentro del tubo.
6. Una vez disuelta la sal, suspende el calentamiento del tubo. Comenta con tus compañeros cuál sería la mejor manera de montar el equipo. Asegúrate de que el bulbo del termómetro no toque las paredes del tubo.
7. Debes dejar que el enfriamiento suceda por sí solo, hasta llegar a temperatura ambiente. Observa cuidadosamente el fondo del tubo, te puedes ayudar de una lupa o un espejo de bolsillo, y cuando se vea el primer cristal, registra cuál es la temperatura. Ese dato es la temperatura de inicio de cristalización del nitrato de potasio.
8. Repite el procedimiento con los otros dos tubos.
9. Recupera el nitrato de potasio y entrégalo seco y limpio a tu profesor(a).
10. Tomando en cuenta las cantidades de soluto y disolvente en cada uno de los tubos anteriores, explica los resultados obtenidos y diseña una tabla con todos tus datos. ¿Qué relación encuentras entre la T de inicio de cristalización y los puntos que conforman una curva de solubilidad?

<sup>7</sup> Fragmento modificado de la práctica 3 del *Manual de Prácticas de Química General I* Facultad de Química (2019) *Manual de Prácticas de Química General I*, Facultad de Química, consultado en <http://amyd.quimica.unam.mx/mod/folder/view.php?id=3653>, el 20 de febrero 2019.

## ► PROBLEMA 2

Tu profesor(a) te entregará, en un tubo de ensayo, una de las siguientes sales: nitrato de potasio, sulfato de sodio, sulfato doble de aluminio y potasio (alumbre), cloruro de amonio<sup>8</sup> o cloruro de sodio. Propón un procedimiento experimental para identificar la sal que se te asignó, utilizando como única herramienta la solubilidad.

### RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA 2

- Escribe cuál es la pregunta que estarías respondiendo con su procedimiento experimental. Para plantear la pregunta es necesario que consideres el fenómeno, los conceptos y el problema.
- Para cada una de las sales anteriores investiga las tablas con los datos de solubilidad a diferentes temperaturas y analízalas; para ello, traza sobre la misma hoja de papel milimetrado las curvas de solubilidad de las cinco sales mencionadas.
- Elabora un diagrama de flujo en el que indiques el procedimiento experimental que seguirás; para ello será necesario considerar la pregunta planteada, misma que te orientará en la actividad experimental. Compara tu diagrama y tu pregunta con los propuestos por tus compañeros de equipo y lleguen a un consenso. Es importante que analicen los pros y contras de cada propuesta.<sup>9</sup>
- Una vez que tengan la versión conjunta, vayan con su profesor para que les dé el visto bueno y puedan realizar el trabajo experimental.
- Si su profesor está de acuerdo con su diagrama, definan los materiales y expliciten de manera escrita el procedimiento experimental a seguir (es importante que no dejen pasar ningún detalle). Limiten el volumen de agua a 1 mL por tubo y consideren que no es posible darles más sal.
- Hagan un uso reducido de reactivos.
- Repitan el experimento al menos tres veces.
- Registren sus datos experimentales de manera clara y sencilla, indicando claramente cuál fue la sal asignada.
- Cuando terminen, devuelvan la sal que se les entregó, limpia, seca y debidamente identificada.
- ¿Podrían hacer uso de un modelo representacional sobre el comportamiento esperado antes y/o después de obtener sus datos experimentales? ¿Cuál sería y por qué?
- Hagan un análisis de sus datos experimentales y escriban cuál es la respuesta a su pregunta.
- Especifiquen el razonamiento que utilizaron para llegar a ella.

<sup>8</sup> El cloruro de amonio tiene la particularidad de descomponerse a 520 °C, pero a 338 °C sublima. En disolución se descompone a los 80 °C. Esta sustancia tiene un manejo delicado.

<sup>9</sup> Es importante que analices tus gráficas, para contestar tu problema y plantear el mejor experimento.

## ¿TIENE SENTIDO TU SOLUCIÓN?

¿Consideran que su propuesta experimental les permite contestar su pregunta? Justifiquen su respuesta.

1. ¿Cuál es el grado de precisión de sus mediciones? ¿Por qué?
2. ¿A qué dificultades experimentales se enfrentaron? ¿Cómo las resolvieron?
3. ¿Esas dificultades hicieron que llegaran a una solución y no a otra? Justifiquen su respuesta.
4. Dentro de todo el proceso seguido, ¿qué etapas les llevaron a contestar su pregunta? Justifiquen su respuesta.
5. ¿Qué fue lo más importante que aprendiste al resolver el problema?
6. ¿Podrían solucionar este problema de una forma más eficiente y rápida? Justifiquen su respuesta.

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Lange, N. (1934) *Handbook Of Chemistry*. Texbook Edition, MacGrawHill.
- b) Perry, R.; Ackers, D. y Maloney, J. (1997) *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, seventh edition, McGraw-Hill.
- c) Brown, T.; LeMay, E.; Bursten, B., *et al.* (2009) *Química. La ciencia central*. Decimoprimer edición, México, Pearson Educación, pp. 150-151.

# – SEPARACIÓN DE MEZCLAS –

## OBJETIVOS

- Separar e identificar los componentes de una mezcla problema, con base en las propiedades de las sustancias.
- Proponer y realizar el diseño experimental que llevarán a cabo, según el problema a resolver y lo informado en la literatura.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

1. Métodos de separación de mezclas. ¿En qué consisten?, ¿en qué casos se usan?, ¿con qué equipos se llevan a cabo?, ¿en qué propiedades de la materia se basan?
2. ¿Cuál es la toxicidad de las sustancias que se ocuparán en esta práctica (ver **Tabla 1**)? Investiga los rombos de seguridad correspondientes.

**Tabla 1.** Posibles sustancias problema y algunas de sus propiedades.

Sustancia	Temperatura de fusión (°C)	Solubilidad en agua
Cloruro de sodio	800.7	36 g/100 mL
Hierro	1538	insoluble
Yodo	113.7 (sublima)	0.03 g/100 mL
Dióxido de silicio	2950	insoluble
Cloruro de amonio <sup>10</sup>	338 (sublima)	39.5 g/100 mL

<sup>10</sup> El cloruro de amonio tiene la particularidad de descomponerse a 520 °C, pero a 338 °C sublima. En disolución se descompone a los 80 °C. Esta sustancia tiene un manejo delicado.

# ¡ATENCIÓN!

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## ► PROBLEMA

El docente te asignará una mezcla que contiene tres de las cinco sustancias que se presentan en la **Tabla 1**. Diseña una estrategia experimental para separarlas, identificarlas y cuantificarlas (% masa/masa de cada sustancia en la mezcla).

## RECOMENDACIONES

1. Haz un diagrama de flujo en el que justifiques el procedimiento experimental; compáralo con los propuestos por tus compañeros de equipo y llega a un consenso. Es importante analizar los pros y contras de cada propuesta.
2. Identifica cada una de las sustancias problema en el diagrama, para establecer su posible cuantificación e identificación, de acuerdo con sus propiedades.
3. Una vez que se tenga la versión conjunta, preséntala al profesor para que dé su visto bueno y procede a planear el experimento: define los materiales y explicita de manera escrita el procedimiento experimental a seguir. Es muy importante considerar todos los detalles.
4. Diseña una estrategia clara y sencilla para el registro de los datos experimentales.
5. Al finalizar la separación, coloca las sustancias en frascos separados y rotulados. Entrégalos al profesor.

## PARA RESOLVER EL PROBLEMA

1. Escribe cuál es la pregunta que estás respondiendo con tu procedimiento experimental. Para plantearla, es necesario que consideres el fenómeno, los conceptos y el problema.
2. ¿Es posible hacer uso de un modelo representacional del fenómeno estudiado antes y/o después de obtener los datos experimentales? ¿Cuál sería y por qué?
3. Haz un análisis de los datos y escribe la respuesta a la pregunta planteada. Especifica el razonamiento utilizado para llegar a ella.

## ¿TIENE SENTIDO TU SOLUCIÓN?

1. ¿Consideras que la propuesta experimental contesta la pregunta? Justifica la respuesta.
2. ¿Cuál es el grado de precisión de las mediciones realizadas? ¿Por qué?
3. ¿Qué dificultades experimentales se presentaron? ¿Cómo las resolviste?
4. ¿Estas dificultades hicieron que llegaras a una solución y no a otra? Justifica la respuesta.
5. Dentro de todo el proceso seguido, ¿qué fue exactamente lo que permitió contestar la pregunta? ¿Por qué?
6. ¿Qué fue lo más importante que se aprendió al resolver el problema central de esta práctica?
7. ¿Se podría solucionar este problema de una forma más eficiente y rápida? Justifica tu respuesta.

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Chang, R. (2013) *Química*, México: McGraw-Hill, 11ª Ed.
- b) Garritz, A.; Gasque, L.; Martínez, A. (2005) *Química Universitaria*. México: Pearson Educación.
- c) Lange, N.A. (1990) *Manual de Química*, México: McGraw-Hill, 13ª Ed.



# – PROPIEDADES PERIÓDICAS –

## OBJETIVOS

- Encontrar relaciones y patrones en algunos de los modelos que se han planteado para el desarrollo histórico de la tabla periódica.
- Determinar el comportamiento ácido, básico o anfótero de los óxidos de algunos elementos mediante su reacción con agua, ácidos o bases.
- Inferir algunas reglas generales de periodicidad, con base en los resultados obtenidos.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

1. Investiga qué elementos se conocían en 1870.
2. Averigua qué hicieron los siguientes investigadores: Johan Wolfgang Döbereiner; William Prout, John Alexander Reina Newlands, William Odling, Dimitri Mendeleev, Julius Lothar Meyer, Stanislao Cannizzaro y Jöns Jacob Berzelius.
3. Indaga cinco reacciones de óxidos metálicos y cinco de óxidos no metálicos cuando se les pone en presencia de agua.

## ► Actividades previas al planteamiento del problema

### **HISTORIA DE LAS CLASIFICACIONES PERIÓDICAS**

#### **SECCIÓN 1/7**

La primera clasificación basada en las masas atómicas fue elaborada por el químico alemán Johan Wolfgang Döbereiner (1780-1849), quien en 1817 propuso que existía una sencilla relación numérica entre las masas atómicas de los elementos con propiedades semejantes (reaccionaban con las mismas sustancias, lo hacían en las mismas proporciones, etcétera). Curiosamente, siempre eran tres las sustancias que se parecían entre sí. Döbereiner identificó varios grupos de tres a los que llamó *triadas*. En la **Tabla 5** se muestran algunas de las triadas descubiertas por Döbereiner.

**Tabla 5.** Triadas de Döbereiner.

Litio	Calcio	Azufre
Sodio	Estroncio	Selenio
Potasio	Bario	Teluro

El elemento de en medio no sólo tenía una reactividad química intermedia, sino que también tenía una masa atómica intermedia.

**Actividad 1.** Döbereiner encontró una relación muy curiosa entre las masas de los elementos que conformaban su triada. Utiliza la tabla siguiente para determinar esa relación, explíquela.

Elemento	Masa atómica relativa
Azufre	32.24
Selenio	79.26
Teluro	129.24

**Actividad 2.** ¿Por qué crees que este descubrimiento fue importante? Justifica tu respuesta.

Una vez concluida la sección 1/7, solicita a tu profesor la sección 2/7

## SECCIÓN 2/7

Un poco antes de Döbereiner, en 1815, el físico radicado en Londres, William Prout (1785-1850), había propuesto otro principio general. Prout notó que las masas atómicas de muchos elementos parecían ser múltiplos enteros de la masa del hidrógeno. Otros químicos descubrieron todavía más triadas y empezaron a hacer tablas que también pretendían relacionar las triadas entre sí. Pero algunas de estas contribuciones no fueron más que mera numerología, sobre todo porque no tenían que ver con las similitudes químicas entre las sustancias elementales.

**Actividad 3.** Propón una triada de elementos en donde se cumpla con la relación que propuso Döbereiner y con la propuesta de Prout. Si no la encuentras, justifica por qué crees que no fue así.

Aun cuando las ideas de Döbereiner y Prout fueron fructíferas de alguna forma, también se vio que no eran del todo ciertas. La noción de triadas se encontró que era muy limitada y sólo aplicable a grupos selectos de tres elementos. Mientras tanto, la hipótesis de Prout enfrentaba demasiadas excepciones de masas atómicas no enteras (según las determinaciones de la época).

En 1864, con valores correctos a la mano, el químico inglés John Alexander Reina Newlands (1837-1898), al ordenar los elementos en orden creciente de sus masas atómicas (sin incluir al hidrógeno), encontró que el octavo elemento, a partir de cualquier otro, tenía unas propiedades muy similares al primero (en aquella época, los llamados gases nobles todavía no habían sido descubiertos).

### Ley de las octavas de Newlands (masa atómica relativa)

1	2	3	4	5	6	7
<b>Li</b> (6.9)	<b>Be</b> (9.0)	<b>B</b> (10.8)	<b>C</b> (12.0)	<b>N</b> (14.0)	<b>O</b> (16.0)	<b>F</b> (19.0)
<b>Na</b> (23.0)	<b>Mg</b> (24.3)	<b>Al</b> (27.0)	<b>Si</b> (28.1)	<b>P</b> (31.0)	<b>S</b> (32.1)	<b>Cl</b> (35.5)
<b>K</b> 39.0	<b>Ca</b> 40.0					

El trabajo de Newlands mostraba una primera tabla donde los elementos estaban ordenados en columnas (grupos) y en renglones (periodos). En las columnas quedaban agrupados elementos con propiedades muy parecidas entre sí y en los renglones se ubican 7 elementos cuyas propiedades iban variando progresivamente. Con el fin de relacionar estas propiedades con la escala de las notas musicales, Newlands le dio a su descubrimiento el nombre de *ley de las octavas*.

**Una vez concluida la sección 2/7, solicita a tu profesor la sección 3/7**

## SECCIÓN 3/7

**Actividad 4.** Con la información anterior, complementa la tabla de las octavas de Newlands como consideres, de acuerdo con los elementos que se conocían hasta la fecha (1864). Justifica tu respuesta.

Con todas estas clasificaciones, empezó a ser evidente que los elementos podían acomodarse, de manera sencilla, con base en su masa atómica relativa; y también se encontró que estos acomodos tenían mucha relación con las propiedades de las sustancias. Es decir, empezó a ser claro que la estructura de los átomos de cada elemento determinaba, de alguna forma, las propiedades de la sustancia que en conjunto formaban esos átomos.

Lo anterior se muestra con la clasificación propuesta por William Odling (1829-1921), la cual estaba basada en algunas propiedades, denominadas naturales, de los elementos. Estas propiedades son: volúmenes atómicos (el cual se determinaba dividiendo la masa atómica entre la densidad del elemento), comportamiento **ácido o básico de sus óxidos**, etc. De esta forma, Odling obtuvo los siguientes grupos naturales:

Grupo	Elemento
1	Flúor (F), Cloro (Cl), Bromo (Br), <b>Iodo (I)</b>
2	Oxígeno (O), <b>Azufre (S)</b> , Selenio (Se), Telurio (Te)
3	Nitrógeno (N), <b>Fósforo (P)</b> , Arsénico (As), Antimonio (Sb), Bismuto (Bi)
4	Boro (B), <b>Silicio (Si)</b> , Titanio (Ti), Estaño (Sn)
5	Litio (Li), Sodio (Na), Potasio (K)
6	<b>Calcio (Ca)</b> , Estroncio (Sr), Bario (Ba)
7	Magnesio (Mg), <b>Zinc (Zn)</b> , Cadmio (Cd)
8	Berilio (Be), Itrio (Y), Torio (Th)
9	<b>Aluminio (Al)</b> , Circonio (Zr), Cerio (Ce), Uranio (U)
10	Cromo (Cr), Manganeso (Mn), Cobalto (Co), Hierro (Fe), Níquel (Ni), Cobre (Cu)
11	Molibdeno (Mo), Vanadio (V), Tungsteno (W), Tantalio (Ta)
12	Mercurio (Hg), Plomo (Pb), Plata (Ag)
13	Paladio (Pd), Platino (Pt), Oro (Au)

**Una vez concluida la sección 3/7, solicita a tu profesor la sección 4/7**

## SECCIÓN 4/7

**Actividad 5.** Según Odling, un parámetro importante para clasificar a los elementos era su reactividad química.

Para los elementos de los grupos 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 9 que se encuentran marcados en negritas, investiga qué óxidos se pueden formar y las condiciones experimentales para que se formen. Escribe las reacciones correspondientes:

Ahora escribe cómo crees que reaccionarían estos óxidos con agua.

1. ¿Reaccionan o no reaccionan? En caso de que reaccionen, ¿formarán ácidos o bases?
2. Si no reaccionan con agua, ¿crees que reaccionarán con ácido clorhídrico y/o hidróxido de sodio?
3. En cada caso justifica tu respuesta y escribe la ecuación química correspondiente.

Para entonces, Jöns Jacob Berzelius (1749-1828) había planteado una hipótesis, que ahora sabemos estaba equivocada: postuló que no podían existir moléculas formadas por átomos iguales. Sin embargo, gracias a la insistencia del químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910), durante el primer congreso de Química celebrado en Karlsruhe, Alemania, en 1860, se llegó a un acuerdo sobre la existencia de moléculas formadas por átomos iguales, como el oxígeno ( $O_2$ ) o el nitrógeno ( $N_2$ ). Las contribuciones de Cannizzaro fueron tomadas en cuenta por químicos muy importantes, entre ellos el químico ruso Dimitri Mendeleev (1834-1907) y el químico alemán Julius Lothar Meyer (1830-1895).

**Una vez concluida la sección 4/7, solicita a tu profesor la sección 5/7**

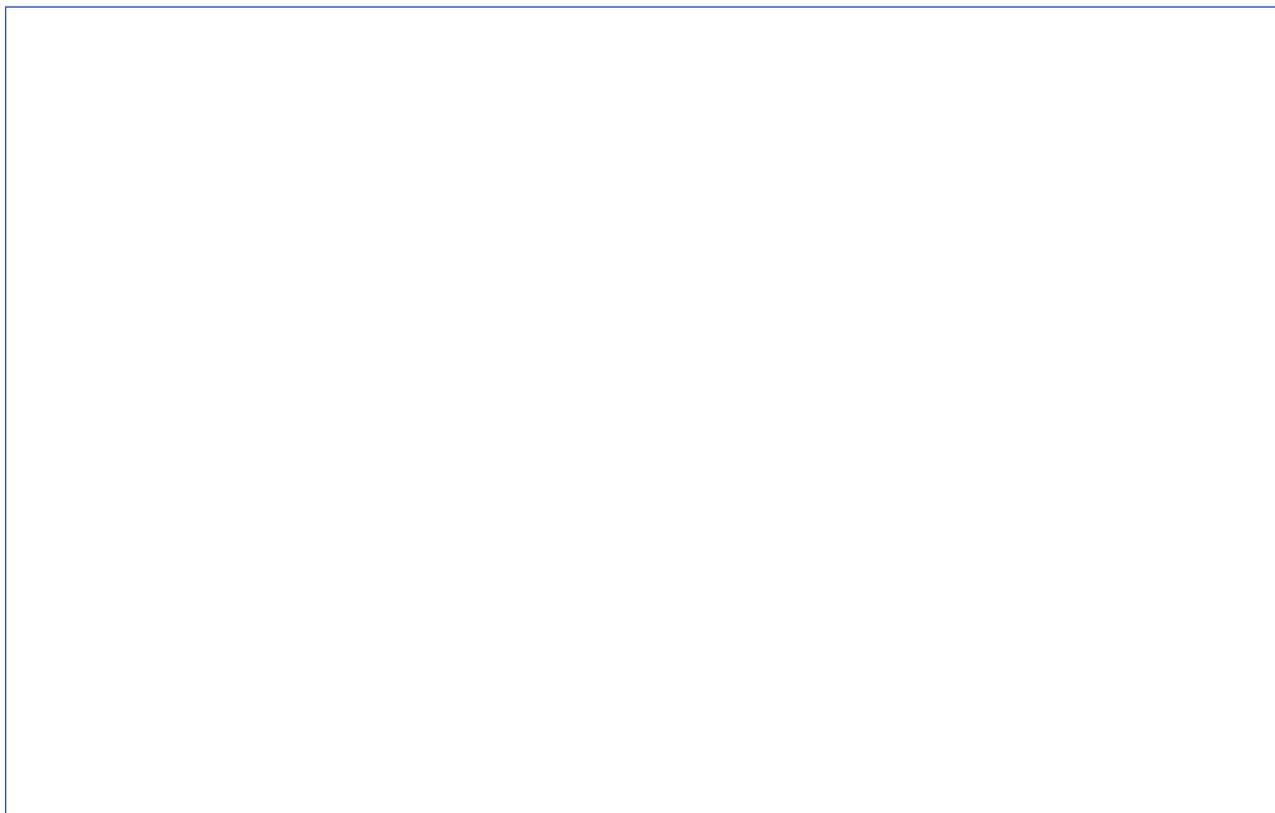
## SECCIÓN 5/7

**Actividad 6.** Con el trabajo realizado en la sección anterior utiliza el material contenido en el sobre que se te proporciona y construye tu propia clasificación periódica.

A $R_2O$ 1	AZ RH $R_2O_7$ 19	AW RH $R_2O_7$ 35.5	B RO 24	C $R_2O$ 7	D RO 112
E $R_2O_3$ 27.3	ER RH $R_2O_7$ 55	F RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 118	FC RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 32	G RH <sub>3</sub> $R_2O_5$ 31	GH RH $R_2O_7$ 80
GX RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 184	H RH <sub>3</sub> $R_2O_5$ 94	HY RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 52	I RO 9.4	J RO 40	JT RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 96
K $R_2O$ 23	L RO 137	M $R_2O_3$ 113	N RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 90	Ñ RH <sub>3</sub> $R_2O_5$ 51	O RH <sub>3</sub> $R_2O_5$ 122
OL RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 125	P $R_2H_3$ 11	PÑ RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 78	Q RO 65	R $R_2O$ 39	S RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 28
T RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 48	U RH <sub>3</sub> $R_2O_5$ 14	V RH <sub>3</sub> $R_2O_5$ 75	W RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub> 16	WD RO 108	WR RO 85
	WJ RO 133	X RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub> 12	Y RO 87	Z $R_2O$ 63	

Una vez que hayas terminado, dibuja la clasificación que hiciste y contesta lo siguiente:

1. ¿En qué te basaste para desarrollar esa clasificación? Justifica ampliamente.
2. ¿Qué tipo de consideraciones hiciste para clasificar a los elementos? Justifica ampliamente.



**Una vez concluida la sección 5/7, solicita a tu profesor la sección 6/7**

## SECCIÓN 6/7

Utilizando las masas atómicas relativas y unificándolas con base en el hidrógeno y también en las propiedades físicas (como el volumen atómico, el color y la gravedad específica) y químicas, Mendeleev ordenó a los elementos en ocho grupos, según se observa en la siguiente tabla:

Periodo	Grupo I $R_2O$	Grupo II $RO$	Grupo III $R_2O_3$	Grupo IV $RH_4, RO_2$	Grupo V $RH_3, R_2O_5$	Grupo VI $RH_2, RO_3$	Grupo VII $RH, R_2O_7$	Grupo VIII $RO_4$
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	
4	K = 39	Ca = 40	- = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59 Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	- = 68	- = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	¿Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	- = 100	Ru = 104, Rh = 104 Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag) = 108	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	¿Di = 138	¿Ce = 140	-	-	-	-----
9	(-)	-	-	-	-	-	--	--
10	-	-	¿Er = 178	¿La = 180	Ta = 182	W = 184	-	Os = 195, Ir = 197 Pt = 198, Au = 199
11	(Au) = 199	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	-	-	
12	-	-	-	Th = 231	-	U = 240	-	-----

1. ¿Se parece a la tabla que construiste? ¿En qué se parece?
2. ¿Cuáles son las consideraciones que hizo Mendeleev que le permitieron llegar a esta propuesta?

Una vez concluida la sección 6/7, solicita a tu profesor la sección 7/7

## SECCIÓN 7/7

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con base en lo anterior, desarrolla una propuesta experimental que se relacione con la clasificación hecha por Odling y que te permita llegar a la tabla periódica moderna, a través de la clasificación de Mendeleev. Los elementos que puedes utilizar son los siguientes: carbono, azufre, fósforo, sodio, potasio, litio, calcio, magnesio, yodo; también puedes hacer uso de los siguientes compuestos: óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de zinc, óxido de hierro, óxido de níquel, óxido de cobre. Identifica todos los óxidos que pueden formar estos metales y, si puede formar más de uno, marca los más estables.

Antes de iniciar el trabajo experimental, investiga los rombos de seguridad y las precauciones necesarias para el manejo y tratamiento de residuos de las sustancias que vas a utilizar.

# ¡ATENCIÓN!

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## RECOMENDACIONES

- Es muy importante que piensen cuáles propiedades naturales se pueden utilizar en el laboratorio y, con base en eso, hagan su propuesta experimental.
- Haz un diagrama de flujo en donde indiques tu procedimiento experimental, compáralo con los propuestos por tus compañeros de equipo y lleguen a un consenso. Es importante que analicen los pros y contras de cada propuesta.
- Una vez que tengan la versión conjunta, vayan con su profesor para que les dé el visto bueno y puedan proceder.
- Si su profesor está de acuerdo con su diagrama, ahora definan los materiales y expliciten de manera escrita el procedimiento experimental a seguir (es importante que no dejes pasar ningún detalle).

## PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Escribe cuál sería la pregunta que estarías respondiendo con tu procedimiento experimental. Para plantear tu pregunta es necesario que pienses en el fenómeno, los conceptos y el problema.
- Es importante que consideres utilizar cantidades muy pequeñas de las sustancias.
- Diseña una manera de registro de tus datos y observaciones experimentales que sea claro, sencillo y que incluya todos los cambios que para ti sean importantes.
- ¿Podrías hacer uso de un modelo representacional antes y/o después de obtener tus datos? ¿Cuál sería y por qué?
- Haz un análisis de tus datos y escribe la respuesta a tu pregunta. Especifica el razonamiento que utilizaste para llegar a ella.

## ¿TU SOLUCIÓN TIENE SENTIDO?

1. ¿Consideras que con tu propuesta experimental estás contestando tu pregunta? Justifica tu respuesta.
2. ¿A qué dificultades experimentales te enfrentaste? ¿Cómo las resolverías?
3. ¿Estas dificultades afectaron que llegaras a una solución y no a otra? Justifica tu respuesta.
4. Dentro de todo el proceso que seguiste, ¿qué consideraciones te llevaron a contestar tu pregunta? Justifica tu respuesta.
5. ¿Cuáles de los puntos guía fueron determinantes para llegar a tu solución y por qué?
6. ¿Qué fue lo más importante que aprendiste al resolver el problema?

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Chamizo, J.A., Izquierdo, M. (2007) Evaluación de competencias de pensamiento científico, *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, 51, pp. 9-19.
- b) Rudge, D., Howe, E. (2004) Incorporating history into the science classroom, *The Science Teacher*, 71:9, pp. 52-57.
- c) Scerri, E. (2008) The role of triads in the evolution of the periodic table: past and present, *Journal of Chemical Education*, 85:4, pp. 585-589.

# – INTERACCIONES EN LAS SUSTANCIAS –

## OBJETIVO

- Revisar las interacciones que se presentan en diferentes sustancias.
- Identificar y comprender qué propiedades de la materia pueden ayudar a generar un modelo que permita explicar las interacciones fuertes y débiles en las sustancias.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

1. Consulta en la literatura los temas de enlace y clasificación de sustancias.
2. Para las siguientes sustancias: a) yodo, b) azufre, c) aluminio, d) cobre, e) sacarosa, f) cloruro de sodio, g) ácido esteárico y h) dióxido de silicio, investiga las propiedades que se mencionan:
  - Punto de fusión
  - Punto de ebullición
  - Punto de sublimación
  - Brillo
  - Conductividad
  - Solubilidad
3. La flama de un mechero Bunsen tiene diferentes colores. Busca la temperatura asociada con cada color.
4. Responde el siguiente cuestionario:

## ► Cuestionario Interacciones en las sustancias<sup>10</sup>

Contesta con una “F” si la aseveración es falsa o una “V” si es verdadera. Justifica la respuesta (puedes utilizar ejemplos).

1. Los compuestos covalentes pueden formar sólidos cristalinos.
- 
- 

<sup>10</sup> Cuestionario tomado de: Gasque-Silva, L. (1997) ¿Iónico o covalente?, *Educación Química* 8(3), 160-163.

2. Los compuestos gaseosos, a temperatura ambiente, son covalentes.

---

---

3. Dos gases pueden reaccionar para dar un sólido iónico.

---

---

4. El HF es un compuesto iónico.

---

---

5. Cualquier compuesto iónico se disuelve en agua y conduce la corriente.

---

---

6. Todas las sustancias iónicas tienen muy altos puntos de fusión.

---

---

7. Todos los compuestos orgánicos son covalentes.

---

---

8. Los compuestos inorgánicos pueden ser covalentes.

---

---

9. Si un compuesto es iónico, forma cristales a temperatura ambiente.

---

---

10. Si un compuesto forma cristales a temperatura ambiente es iónico.

---

---

11. Si un compuesto iónico se disuelve en agua, conducirá la corriente.

---

---

12. Si una sustancia es líquida a temperatura ambiente, no es iónica.

---

---

13. Si un compuesto es insoluble en agua, es covalente.

---

---

14. Si un compuesto es covalente, es insoluble en agua.

---

---

15. Si un compuesto fundido no conduce la corriente, seguro es covalente.

---

---

# ¡ATENCIÓN!

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## ► PROBLEMA 1

¿Qué propiedades macroscópicas son más útiles para comprender las interacciones que se presentan en cada sustancia?

- El docente te entregará a las sustancias: a, b, c, d, e, f, g y h.

a y b se te proporcionarán en recipientes cerrados y, durante esta Actividad 1, deben ser analizados en ese recipiente cerrado, el resto se entregará en tubos de ensayo. ¿A qué crees que se deba esto?

- Posteriormente, caliéntalos con cuidado utilizando un encendedor, sin sacarlos de su envase. Nota: si consideras que te está quemando, has calentado en exceso, no calentar por más de 5 minutos.

A partir de las observaciones hechas para esta prueba, genera un primer modelo que explique “cómo son” las interacciones en estas sustancias. El modelo debe contener representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas.

¿Qué te dice el cambio de estado de agregación con respecto a las interacciones en las sustancias?

Con base en las observaciones hechas para cada sustancia, ¿qué propiedades parecen dar información más útil para comprender las interacciones que se presentan en cada una de ellas?

Menciona tres aspectos de tu modelo que te ayudan a clasificar estas sustancias de forma adecuada. ¿Qué hace falta?

Presenta a otro equipo tu investigación y procedimiento experimental realizados. Escucha atentamente la presentación del otro equipo.

A partir de las propuestas de cada equipo, generen un modelo para continuar.

**Nota:** la información que se obtiene de las sustancias en esta primera actividad lleva a conclusiones que requieren una reflexión mayor y que quizá no sean generalizables. Por lo anterior, en la Actividad 2 se incorporan otros aspectos que también se deben considerar para tu modelo.

Con la información nueva se espera que el primer modelo se analice y, de ser necesario, se modifique.

## ► PROBLEMA 2

Propón un diseño experimental en el que a partir de los datos que obtendrás se pueda explicar la relación entre las propiedades de las sustancias y sus interacciones.

- Genera un procedimiento experimental con base en las propiedades que investigaste, a fin de proponer una clasificación de todas las sustancias problema, con base en las interacciones que presentan.
- A partir de los resultados de esta prueba, revisa tu modelo y, de ser necesario, modifícalo.

¿Tu modelo se parece en algo al consultado en la investigación previa?

Presenta a otro grupo tu investigación y procedimiento experimental. Escucha atentamente la presentación del otro grupo.

A partir de los dos modelos, generen un colegiado para continuar.

**Limitaciones del modelo:** para la mayoría de las sustancias se puede caracterizar el enlace que tienen mediante sus propiedades; sin embargo, hay excepciones. ¿Puedes encontrar excepciones a cada caso de tu modelo? ¿Cómo las explicarías?

### REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- Gasque, L. (2012) *Las sustancias y los enlaces*. Consultado en [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Enlace\\_Quimico\\_Leer\\_para\\_concluir\\_informe\\_y\\_contestar\\_cuestionario\\_25084.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Enlace_Quimico_Leer_para_concluir_informe_y_contestar_cuestionario_25084.pdf), el 11 de marzo de 2019.
- Rayner-Canham, G.W. and Overton, T.L. *Descriptive Inorganic Chemistry*: 5th Edition, W.H. Freeman Publishing Co. (2010) Consultado en [http://www2.swgc.mun.ca/~grcanham/descriptive\\_inorganic\\_chemistry.htm](http://www2.swgc.mun.ca/~grcanham/descriptive_inorganic_chemistry.htm), el 11 de marzo de 2019.



# – REACCIÓN QUÍMICA –

## OBJETIVOS

- Modelar reacciones químicas.
- Representar las reacciones químicas por medio de ecuaciones.
- Identificar y clasificar las reacciones químicas y asociarlas a fenómenos cotidianos.

## INVESTIGACIÓN PREVIA

1. Reacción química.
2. Ecuación química.
3. Fenómenos que caracterizan a una reacción química.
4. Estequiometría y balanceo de ecuaciones químicas.
5. Diferentes criterios para clasificar las reacciones químicas.
6. Reglas de solubilidad.
7. Fichas de seguridad de los reactivos y productos involucrados en esta práctica.

Todos los días, tal vez sin que sea evidente, se está en contacto con diversos cambios químicos: la lluvia ácida y la respiración son algunos ejemplos. Uno de los múltiples retos como estudiante de la Facultad de Química es utilizar un lenguaje científico (por escrito o de forma oral) para describir ese tipo de fenómenos. El objetivo de esta propuesta es aprender a explicar cómo ocurren estos fenómenos a través de un conjunto de actividades: coleccionar datos, diseñar investigaciones, formular preguntas, crear modelos.

Este protocolo experimental está organizado en actividades secuenciales. La actividad previa busca una reflexión inicial acerca de la reacción química; la uno está enfocada a que te inicies en la modelización de reacciones químicas; la dos es una actividad que se lleva a cabo de forma demostrativa, en donde debes realizar un análisis de la misma; en las actividades tres y cuatro se abordan diferentes aspectos de la reacción química, como son predicción de reacciones y clasificación; y en la cinco se presenta una aplicación con la vida cotidiana.

# ¡ATENCIÓN!

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## ACTIVIDAD 1

**Pregunta a resolver:** ¿Cómo saber que se llevó a cabo una reacción química?

1) Identifica en los siguientes eventos conocidos, si se lleva a cabo o no una reacción química:

Evento	Hay una reacción química	No hay reacción química
Evaporación de alcohol o acetona		
Oxidación de un metal		
Disolver azúcar		
Quemar madera		
Producir tepache		

¿Qué observaciones te llevaron a la conclusión de que ocurre una reacción química?

2) Del ejercicio anterior selecciona dos fenómenos que se puedan llevar a cabo en el laboratorio:

Evento	Observaciones	¿Es una reacción química? ¿Qué observaciones te permitieron afirmarlo?

## ACTIVIDAD 2

**Pregunta a resolver:** ¿es posible diseñar un modelo (dibujo, diagrama, etc.) que represente la reacción química?

Elije una de las siguientes reacciones químicas y realízala experimentalmente. Anota todas tus observaciones. Propón una forma de comprobar que las propiedades de los productos son diferentes a las de los reactivos y llévalo a cabo.

- 1) Escribe las ecuaciones balanceadas que representen las reacciones que se llevaron a cabo.
- 2) Diseña un modelo (puede ser por medio de esquemas, dibujos, etc.) que represente el fenómeno que ocurre después de haberlas llevado a cabo.
- 3) Se sugiere que el trabajo se haga por equipos integrados por 4 o 5 personas.
- 4) El diseño experimental debe presentarse por escrito. Debe contener los rombos, pictogramas o las hojas de seguridad de todas las sustancias involucradas en el proceso.
- 5) Se entregará una cantidad limitada de los reactivos a utilizar.

Reacciones químicas

- Ácido clorhídrico  $1 \text{ molL}^{-1}$  y zinc metálico
- Calentamiento de carbonato de cobre (II) sólido
- Sulfato de cobre (II)  $0.1 \text{ molL}^{-1}$  y amoníaco acuoso
- Nitrato de hierro (III)  $0.1 \text{ molL}^{-1}$  e hidróxido de potasio  $0.1 \text{ molL}^{-1}$

Compara los modelos propuestos con el resto de los equipos.

## ACTIVIDAD 3

**Pregunta a resolver:** ¿las reacciones químicas ocurren cuando los reactivos están en cualquier estado de agregación?

El profesor realizará una actividad demostrativa frente al grupo (**Anexo 1**).

I. Predicción: se realizará antes del experimento

- 1) ¿Qué crees que va a ocurrir?

II. Observación: se realizará durante el experimento tomando como base tu predicción.

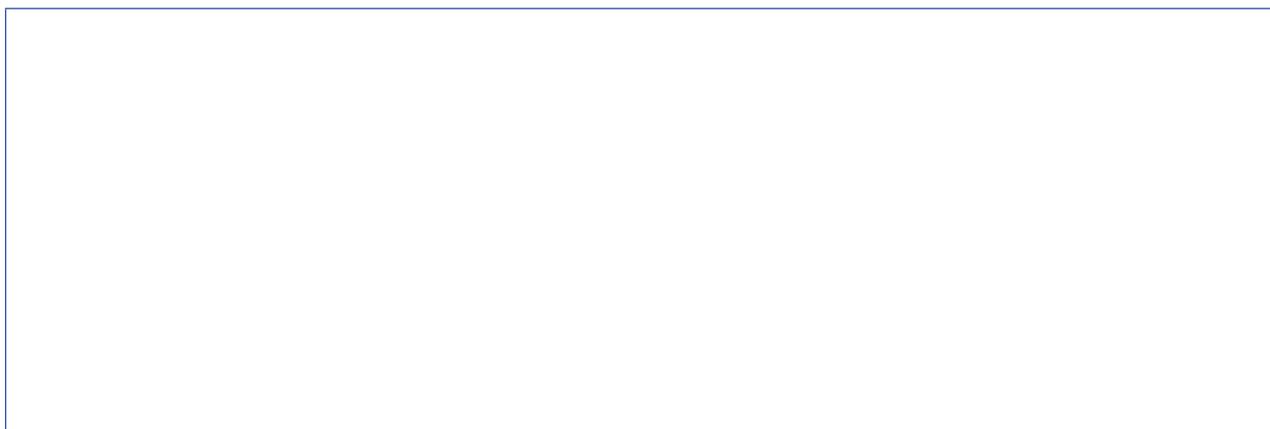
2) ¿Qué se observó? Describe los cambios

3) ¿A qué se debe?

III. Explicación: se elabora después de la experimentación.

- 4) ¿En qué estado de agregación se encuentran las sustancias que participan en el fenómeno?
- 5) ¿Existe evidencia de que se han difundido los gases?
- 6) ¿Se difunden a la misma velocidad? ¿Cómo podemos saberlo?
- 7) ¿Qué propiedades ácido-base se manifiestan?
- 8) ¿Hay alguna evidencia de que ocurrió un cambio químico?
- 9) En caso de que se esté llevando a cabo una reacción química, escribe la ecuación que la representa.
- 10) ¿Cómo caracterizarías el producto de esta reacción?
- 11) ¿Sería útil conocer su conductividad? ¿Es soluble en agua?

12) Dibuja lo que ocurrió utilizando el modelo cinético molecular.



## ACTIVIDAD 4

**Pregunta a resolver:** ¿se pueden predecir reacciones conociendo los reactivos?

En el laboratorio cuentas con los siguientes reactivos:

Óxido de cobre (II) (s)	Amoniaco acuoso	Nitrato de aluminio 0.1 mol/L
Hidróxido de sodio 0.1 mol/L	Etilendiamina	Sulfato de níquel (II)
Carbono (papel)	Carbonato de cobre (II)(polvo)	Cloruro de zinc 0.1 mol/L
Sulfuro de sodio 0.1 mol/L	Sulfato de cobre (II) 0.1 mol/L	Zinc (granallas y polvo)
Ácido clorhídrico 0.1 mol/L	Indicador universal	Azufre (polvo)
Agua destilada		

Utilizando los reactivos enlistados en el párrafo anterior, plantea la ecuación química de las reacciones que permiten obtener los siguientes productos:

Aluminato de sodio	Sulfuro de zinc	Hidróxido de cobre (II)
Sulfato de tetramino cobre (II)	Óxido de cobre (II)	Cobre metálico
Sulfato de trietilendiamino níquel (II)	Hidrógeno	Cloruro de sodio

Una vez planteadas las ecuaciones químicas, asegúrate del correcto balanceo y propón el procedimiento experimental para llevar a cabo cada una de ellas.

Pide a tu profesor el visto bueno para las reacciones y procedimientos propuestos y elige dos de ellas.

Lleva a cabo las reacciones elegidas y anota tus observaciones, reflexiones e ideas.

Basándote en los modelos discutidos en la Actividad 1, anota la clasificación para cada una de las reacciones realizadas.

## ACTIVIDAD 5

**Pregunta a resolver:** ¿Cuáles son los criterios que se utilizan para clasificar las reacciones químicas?

- A. De las reacciones químicas anteriores plantea cuatro reacciones, escribe sus respectivas ecuaciones balanceadas de acuerdo con la siguiente clasificación de reacción:
- a) Descomposición y óxido-reducción
  - b) Síntesis y ácido-base
  - c) Doble sustitución y precipitación
  - d) Síntesis y complejos

## ACTIVIDAD 6

### Aplicación a fenómenos cotidianos

Investiga en la bibliografía los siguientes casos y da respuesta a las preguntas planteadas. Discute primero en equipo y posteriormente en grupo.

- A. A una pieza de mármol (carbonato de calcio) se le agregan unas gotas de ácido muriático, observándose la formación de burbujas. ¿Cuál es la reacción que se lleva a cabo?
- B. Se tienen dos disoluciones sin etiquetar, una de ellas contiene nitrato de plata y el otro nitrato de zinc. ¿Qué reacción le permitiría identificar las disoluciones?
- C. Para retirar las impurezas de óxido de una lámpara de cobre, ésta se limpia con un paño impregnado de ácido muriático. Plantea lo que ocurre, expresando la reacción correspondiente.

Expresa la ecuación química balanceada para cada una de las reacciones que se llevan a cabo.

Clasifica las reacciones con ayuda de tu investigación previa y de los modelos propuestos durante la práctica.

## ¿TU SOLUCIÓN TIENE SENTIDO?

Responde las siguientes preguntas: ¿qué es una reacción química?, ¿qué observaciones te permiten saber que se llevó a cabo una reacción química?, ¿cómo se representan las reacciones químicas?, ¿cómo se clasifican las reacciones químicas?

## ▶ ANEXO

### DEMOSTRACIÓN 1:

Consiste en una reacción química entre los dos siguientes reactivos:

- Ácido clorhídrico concentrado
- Amoniacó concentrado

Se presentan dos distintas opciones para esta demostración, que varían fundamentalmente en el material y el diseño experimental.

*Opción 1:*

#### Material

- Dos matraces Erlenmeyer de 125 mL.
- Dos tapones monohoradados.
- Un tubo de vidrio doblado en L en ambos extremos.
- Conductímetro.

Coloca en uno de los matraces 25 mL aprox. del ácido clorhídrico concentrado y en el otro 25 mL aprox. de amoniacó concentrado.

Une ambos tapones por medio del tubo de vidrio y cierra ambos matraces con ayuda de los tapones, creando un sistema cerrado.

*Opción 2:*

#### Material

- Tubo de vidrio o acrílico de 60 cm de largo por  $\frac{3}{4}$  de pulgada de ancho.
- Dos tapones de hule
- Dos torundas de algodón
- Tira de papel indicador de 80 cm o una tira de papel filtro impregnada previamente en indicador universal.
- Una caja Petri o 2 vidrios de reloj
- Pinza de disección
- 2 pinzas de tres dedos
- 2 soportes universales

Monta el tubo en posición horizontal con ayuda de los soportes y las pinzas. Coloca al interior del tubo la tira de papel indicador y adhiérela por fuera con cinta adhesiva.

Moja las torundas de algodón con la disolución respectiva (ácido clorhídrico o amoniacó) y colócalas al mismo tiempo en cada extremo del tubo. Se recomienda hacerlo en un vidrio de reloj o en la caja Petri. Tapa los extremos del tubo con los tapones de hule.

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Brown, T.; LeMay, E.; Bursten, B. *et al.* (2009) *Química. La ciencia central*. Decimoprimer edición. México. Pearson Educación, pp. 150-151.
- b) Chang, R. (2013) *Química*, México: McGraw-Hill, 11ª Ed.
- c) Garritz, A., Gasque, L., Martínez, A. (2005) *Química Universitaria*. México: Pearson Educación.

Se propone como material adicional los siguientes ejemplos de reacciones en estado sólido.

- d) Cheney, M.L.; Zaworotko, M.J.; Beaton, S.; Singer, R.D. *Journal of Chemical Education*, 2008, 85, 12, p. 1649.
- e) Lei, L.; Yao, X.; Xin, X.; Niewahner, J. *Journal of Chemical Education*, 1996, 73, 11, p. 1018.

# – MASAS RELATIVAS –

## PROBLEMA GENERAL

- ¿Cómo determinar la masa relativa de los átomos?
- ¿Cómo “contar” el número de partículas necesarias para realizar una reacción química?

## ACTIVIDADES PREVIAS

Realiza una investigación bibliográfica sobre los siguientes conceptos:

- Cantidad de sustancia y su magnitud
- Masa relativa
- Hipótesis de Avogadro
- Constante de Avogadro
- Masa molar
- Unidad de masa atómica

**¡ATENCIÓN!**

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

## ► Para resolver el problema

### REFLEXIONES PREVIAS. LEE EL SIGUIENTE PÁRRAFO:

#### *Ciruelas y uvas*

Se quiere hacer una ensalada de frutas que tenga, entre otras cosas, el mismo número de ciruelas que de uvas. Al llegar a la tienda se pide al vendedor 30 uvas y 30 ciruelas. El vendedor responde: “aquí vendemos la fruta por kilos. ¿Cuántos kilos de ciruela y cuántos de uva desea?”.

¿Qué hacer en este caso para salir de la tienda con 30 uvas y 30 ciruelas?

Reúnete con tu equipo de trabajo y diseña una propuesta para contestar la pregunta.

Comenta con el profesor y con los demás compañeros del grupo la respuesta a la que llegaron.

### DETERMINACIÓN DE LA MASA RELATIVA

Se tienen grupos de botones de diferentes tamaños<sup>11</sup> e interesa determinar su masa relativa.

- Diseña un procedimiento para realizar esta actividad. Tienes disponible una balanza con una precisión de 0.01 g.
- Diseña una tabla y nómbrala **Tabla 1** para anotar los resultados obtenidos.

### DETERMINA EL NÚMERO DE BOTONES EN LA MASA RELATIVA

Una vez determinada la masa relativa de cada tamaño de botón, coloca en una balanza el número de botones necesarios para llegar al valor de la masa relativa y registra los resultados en la **Tabla 2**.

**Tabla 2**

	Masa en gramos de 1 botón	Masa relativa	Número de botones
Botones tipo 1 (pequeños)			
Botones tipo 2 (medianos)			
Botones tipo 3 (grandes)			

<sup>11</sup> No todos los botones tienen exactamente la misma masa.

¿Es el número de botones el mismo en las tres muestras?, ¿es diferente?

Considerando la investigación previa que se realizó ¿a qué reflexión lleva este resultado?

La masa de un átomo se expresa en unidades de masa atómica (uma). La masa de un botón se podría expresar en “unidades de masa botónica”. La masa de una uma tiene un equivalente en gramos  $6.62 \times 10^{-24}$ , ¿cuál sería el equivalente en gramos de la masa botónica?

Un mol contiene  $6.022 \times 10^{23}$  unidades elementales. Un botonol tiene cuatro botones.

Un mol contiene  $6.022 \times 10^{23}$  unidades elementales. Un botonol se refiere sólo a botones.

¿Cuánto pesan 5 botonoles de botones pequeños?

¿Cuánto pesan 5 moles de hidrógeno?

¿Cuántos botones hay en 100 botonoles de botones?

¿Cuántos átomos de oxígeno hay en 4 moles de ese elemento?

## RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

- a. Se requieren fabricar 500 camisas, cada una con cinco botones. En el almacén se tienen miles de este tipo de botones. ¿Cómo los puedo separar para entregarlos a quienes elaborarán las camisas?
- b. ¿Y si se requirieran 15 000? ¿Sería fácil contarlos? ¿Cómo los obtengo?
- c. Para la reacción que se presenta a continuación se requieren  $3.01 \times 10^{23}$  átomos de zinc, ¿los podemos contar?, ¿cómo nos aseguramos de disponer de ese número de átomos?



## REFLEXIÓN FINAL

¿Con estas actividades se resuelve el problema planteado?

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Brown, T.; LeMay, E.; Bursten, B. *et al.* (2009) *Química. La ciencia central*. Decimoprimer edición. México: Pearson Educación, pp. 150-151.
- b) Chang, R. (2013) *Química*, México: McGraw-Hill, 11ª Ed.
- c) Garritz, A.; Gasque, L.; Martínez, A. (2005) *Química universitaria*. México: Pearson educación, 606 pp. Disponible en la URL <<https://andoni.garritz.com/documentos/Mi%20currículum/05-Garritz.pdf>>

## – PROYECTO FINAL –

**¡ATENCIÓN!**

- Los experimentos que se proponen en este documento contemplan sustancias químicas y procedimientos que deben realizarse con todas las normas establecidas en los Reglamentos de Seguridad de la Facultad de Química. Es responsabilidad de cada estudiante revisar las medidas de seguridad apropiadas para realizarlo, así como las correspondientes Hojas de Seguridad de los reactivos. Si tienes alguna duda, consulta con el profesor a cargo de tu laboratorio. Recuerda: la seguridad es compromiso de todos.
- Podrás iniciar tu procedimiento experimental una vez que tu profesor autorice el mismo. Cualquier modificación al procedimiento debe ser aprobada por el profesor.
- Investiga el tratamiento de los residuos generados en cada experimento realizado y, con ayuda del profesor, propón y lleva a cabo el tratamiento correspondiente.

### VERSIÓN 1

**A partir de cobre en estado elemental, diseña un procedimiento experimental para comprobar la Ley de la Conservación de la Materia basándote en las reacciones sucesivas del cobre.**

### VERSIÓN 2

**A partir del reactivo de Benedict y glucosa como reactivos iniciales, diseña un procedimiento experimental para comprobar la Ley de la Conservación de la Materia a partir de las reacciones sucesivas del cobre.**

### ALGUNAS INDICACIONES GENERALES

- 1) Buscar, documentar y analizar información que pueda ayudar a resolver cuestionamientos que surgirán durante todo el trabajo de investigación y específicamente dentro de las sesiones del laboratorio.
- 2) Cada paso debe ser sustentado con la teoría, los cálculos necesarios y los resultados experimentales.
- 3) Dentro del desarrollo experimental se formará óxido de cobre (II) u óxido de cobre (I).
  - a. Demuestra experimentalmente que ése es el compuesto que se produce.
  - b. Determinar su fórmula mínima.
- 4) Este proyecto integra los aprendizajes de las prácticas anteriores, por ello se recomienda buscar información en tu bitácora, que pueda ser relevante para la resolución de este problema.

## TRATAMIENTO DE POSIBLES RESIDUOS

- El sulfato de zinc y nitrato de sodio que se obtienen se cristalizan y se colocan en el contenedor de residuos que se encuentra en la campana.
- El cobre obtenido se coloca en un contenedor de residuos.

Todas las sustancias deben ser correctamente manejadas de acuerdo con su clasificación de seguridad y deben ser manipuladas en la campana en caso necesario.

## REFERENCIAS DE CONSULTA SUGERIDAS

- a) Brown, T.; LeMay, E.; Bursten, B. *et al.* (2009) *Química. La ciencia central*. Decimoprimer edición. México. Pearson Educación, pp. 150-151.
- b) Chang, R. (2013) *Química*, México: McGraw-Hill, 11ª Ed.
- c) Garritz, A.; Gasque, L.; Martínez, A. (2005) *Química Universitaria*. México: Pearson Educación.
- d) Lagos, R. & Camus, J. (2017) Reflexión: El plateado: una actividad electroquímica para integrar diversas ciencias con el arte. *Educación Química*, p. 2884-90. doi:10.1016/j.eq.2016.11.004

***Desarrollo de habilidades de pensamiento en el  
Laboratorio de Química General***  
es una obra editada por la Facultad de Química.

La publicación de esta obra fue posible gracias al apoyo  
de la Coordinación de Comunicación,  
a través del Departamento Editorial.

El cuidado de la edición estuvo a cargo de  
M en C Brenda Álvarez Carreño  
Diseño de portada: DG Norma Castillo Velásquez.  
Diseño de interiores: Maricela Hernández Casasola.

**Publicación autorizada por el Comité Editorial  
de la Facultad de Química.**

Julio de 2019