

## ¡¡ESTEQUIOMETRIA VISIBLE!!

Jorge Eliécer Moreno Ramírez<sup>1</sup>, Janneth Herreño Chávez<sup>1</sup>, Víctor Hugo Giraldo López<sup>1</sup>,  
Wilma Fuentes Jiménez<sup>1</sup> y Jaime Casas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. UPN. Bogotá.  
Colombia

<sup>2</sup> Profesor Universidad Pedagógica Nacional. UPN. Bogotá. Colombia  
e-mail: [jor\\_el534@yahoo.es](mailto:jor_el534@yahoo.es)

[Recibido en Febrero de 2009, aceptado en Mayo de 2009]

**Palabras clave:** Estequiometría, reactivo límite, reacción química.

### INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la estequiometría se ha enseñado desde una perspectiva algorítmica de ejercicios de aplicación, los cuales se toman de los libros de texto que habitualmente se utilizan como apoyo en la enseñanza de la química y desde ecuaciones químicas que se plantean en pruebas de lápiz y papel, cuyo contenido abstracto es conocido por los profesores de química pero que no es muy comprendido por los estudiantes. Además, en la mayoría de los casos no hay un acercamiento desde la experiencia en el laboratorio, haciendo que la química se convierta en algo alejado de la realidad del estudiante (Aragón, 2004).

La observación macroscópica de una reacción química con la formación de precipitados que se puedan medir directamente y de forma sencilla puede hacer de la enseñanza de la estequiometría algo agradable y cercano a los estudiantes en razón a la gran capacidad de asombro que poseen (Aragón, 2004). En contraposición con el paulatino desinterés y el reiterado fracaso escolar (Vázquez y Manassero, 2008), muy presente en el aula, los estudiantes tienden a mejorar su actitud hacia las ciencias y aprenden mejor cuando las ideas que se desarrollan en el aula son soportadas en actividades que les permitan realizar experiencias escolares de carácter práctico (Bueno Garesse, 2004). Otro aspecto a destacar en este trabajo es la integración de otras áreas del conocimiento; para el caso que aquí tratamos, se combina la química con la hoja de cálculo, relación poco explotada por los profesores de ciencias (Raviolo, 2003), también se integra la geometría a la solución del problema.

El presente trabajo se fundamenta en el método de variación continua, en el que se hacen reaccionar soluciones de dos sales con concentración conocida que al reaccionar forman un precipitado insoluble, de manera que el volumen en los tubos de ensayo permanece constante y la altura del precipitado formado es proporcional a la cantidad de producto obtenido. A partir de los datos obtenidos y la gráfica elaborada en una hoja de cálculo se puede calcular la masa del producto obtenido y observar el punto

estequiométrico; además, con el sobrenadante procedente de la filtración de la mezcla obtenida en cada uno de los tubos de ensayo utilizados se puede observar macroscópicamente el reactivo límite. La propuesta se puede implementar con cualquier reacción que dé como producto un precipitado insoluble; en este caso empleamos el KI y el  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  debido al vistoso color amarillo del  $\text{PbI}_2$  que se forma en esta reacción.

## LO QUE NECESITAMOS

Reactivos: 50 mL de ds/n 0.1 M de KI, 50 mL de ds/n 0.1 M de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

Materiales: 9 tubos de ensayo de igual diámetro, altura y con fondo plano, 2 pipetas de 10 mL, 1 gradilla, 1 embudo, 1 papel de filtro, 1 balanza que aprecie mg, 1 regla que aprecie mm.

## ¡¡VAMOS AL LABORATORIO ESCOLAR!!

El desarrollo de la práctica sigue las orientaciones metodológicas del diagrama representado en la figura 1, donde se describen los pasos que permiten la realización de la experiencia de laboratorio. Se sugiere que las disoluciones sean previamente preparadas por el profesor que orienta la actividad escolar.

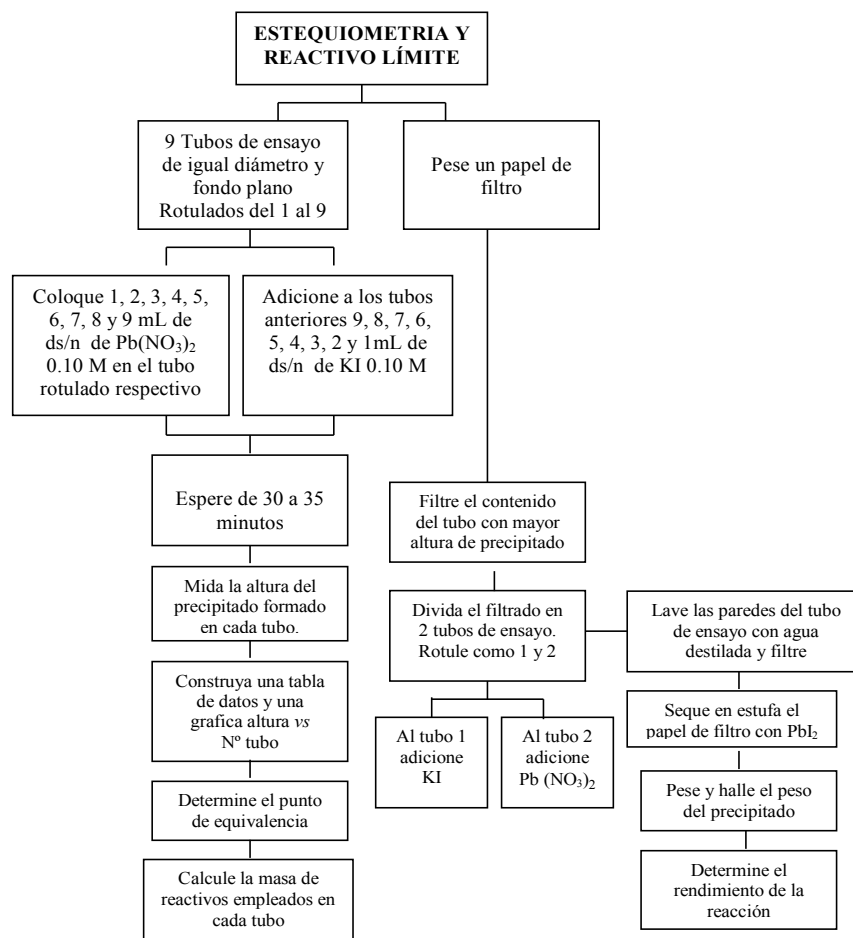


Figura 1.- Orientaciones metodológicas para el desarrollo de la experiencia.

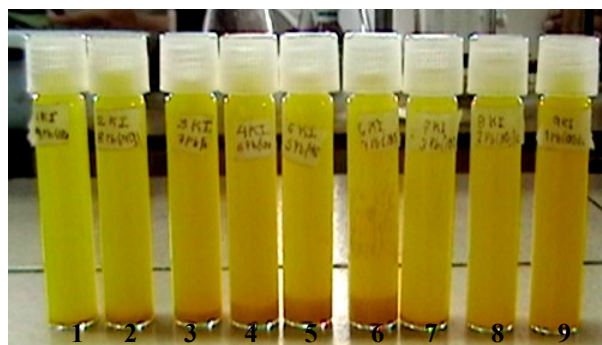
La experiencia se inicia con la preparación y rotulación de los tubos de ensayo. A continuación se adicionan las disoluciones de acuerdo al diagrama hasta completar un volumen de 10 mL por cada tubo y se espera la precipitación del  $PbI_2$ . Posteriormente se realizan las mediciones de la altura del precipitado formado en cada tubo y se construye la tabla de datos y la gráfica correspondiente en una hoja de cálculo.

Para la observación del reactivo límite se debe pesar un papel de filtro. Se filtra el contenido del tubo con mayor altura de precipitado. La disolución obtenida se divide en partes iguales en sendos tubos de ensayo que se rotulan con los números 1 y 2, respectivamente. Al tubo 1 se le adiciona  $Pb(NO_3)_2$  0.1 M y al tubo 2 se le coloca KI 0.1 M.

A continuación se seca y pesa el sólido obtenido en la filtración. Sustrayendo el peso del papel de filtro se puede calcular el rendimiento de la reacción. Los cálculos se realizan de la forma tradicional.

### LO QUE OBTENEMOS

El procedimiento sugerido arroja los resultados que se presentan a continuación. Luego de adicionar el volumen de  $Pb(NO_3)_2$  0.1 M y de KI 0.1 M en cada tubo de ensayo se obtuvo el resultado que se muestra en la figura 2.



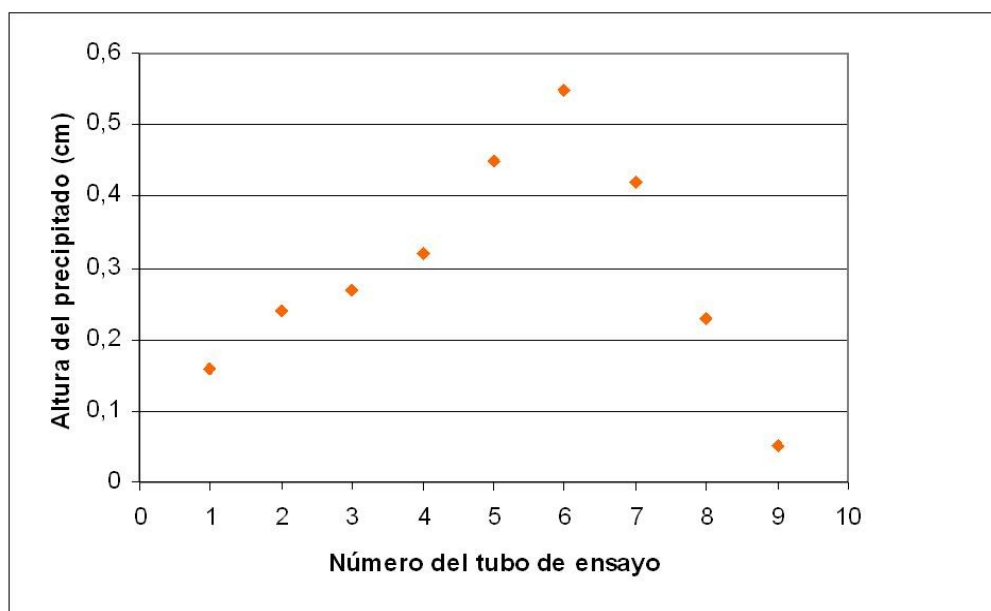
**Figura 2.**-Formación del  $PbI_2$ ; se observa que en el tubo N° 6 hay mayor cantidad de producto.

Pasados 30 minutos el precipitado se deposita en el fondo del tubo. Se mide la altura del sólido formado (en mm) y se construye la tabla de datos respectiva (Tabla 1); utilizando una hoja de cálculo se construye la gráfica correspondiente (figura 3). En ella se observa que el punto de mayor rendimiento de la reacción corresponde a una altura de 0.55 cm de sólido formado. En cada punto de la gráfica se puede determinar qué sustancia actúa como reactivo límite y la masa de los reactivos que reaccionan. Por ejemplo, en el tubo N° 6 reaccionan 0.099 g de KI y 0.132 g de  $Pb(NO_3)_2$ .

Para observar macroscópicamente el reactivo límite se filtra el contenido del tubo que tiene la mayor altura de precipitado (tubo N° 6) y se obtiene un sobrenadante que se divide en dos partes. Se coloca  $Pb(NO_3)_2$  0.1 M dentro del tubo N° 1 (rotulado como KI); se adiciona KI 0.1 M dentro del tubo N° 2 (marcado como  $Pb(NO_3)_2$ ). Se forma el  $PbI_2$ , en el tubo N° 2. De este modo se muestra que el reactivo límite en el tubo N° 6 es el KI (figura 4).

Tubo N°	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> en ml	KI en ml	Altura del precipitado en cm
1	1	9	0.16
2	2	8	0.24
3	3	7	0.27
4	4	6	0.32
5	5	5	0.45
6	6	4	0.55
7	7	3	0.42
8	8	2	0.23
9	9	1	0.05

**Tabla 1.-** Se muestra el número de tubo de ensayo, la cantidad de ds/n colocada en cada tubo y la altura del precipitado formado en cm.



**Figura 3.-** Altura del precipitado en función del número del tubo. La gráfica se construye en una hoja de cálculo. Se aprecia claramente el punto de máximo rendimiento.



**Figura 4.-** Se muestra macroscópicamente que el reactivo límite en el tubo N° 6 es el KI.

### OTRAS ALTERNATIVAS

Dentro de las variaciones sugeridas se puede mejorar el proceso de filtración si se dispone de una centrífuga. En este caso el precipitado toma una forma geométrica triangular debido a los tubos utilizados en el aparato, por lo tanto se puede hallar el

área del triángulo. También se puede hallar la masa del producto obtenido en cada tubo filtrando y secando el  $\text{PbI}_2$  (Tabla 2).

Tubo	Altura del triángulo en cm	Base del triángulo en cm	Área en $\text{cm}^2$	Peso del sólido en g	Altura del precipitado en cm
1	0.4	1.58	0.316	0.092	0.16
2	0.6	1.8	0.54	0.130	0.24
3	0.7	2.14	0.74	0.183	0.27
4	0.7	2.12	0.742	0.197	0.32
5	0.8	2.65	1.06	0.201	0.45
6	1.2	2.5	1.5	0.208	0.52
7	0.6	2.12	0.63	0.182	0.42
8	0.4	1.73	0.346	0.110	0.23
9	0.4	1.44	0.288	0.87	0.05

**Tabla 2.-** Relación entre el número del tubo, el área hallada y la masa del sólido obtenido.

## CONCLUSIONES

El trabajo experimental escolar es una ayuda didáctica de importancia para la enseñanza de la química, en razón a que promueve la motivación interna del estudiante, lo que desarrollará y optimizará las capacidades para que éste relacione aspectos teóricos con la experiencia de laboratorio y le genere gusto por aprender esta ciencia.

En esta propuesta se permite que el estudiante vea experimentalmente la formación de un producto en función del reactivo límite, al mismo tiempo que puede comprobar cuál es la sustancia que actúa como limitante en la reacción química. Igualmente se promueve una visión integradora de las prácticas escolares de química con la informática y la geometría.

Es necesario promover en el aula el interés por integrar los aspectos teóricos con las experiencias de laboratorio con el fin de superar problemas en la enseñanza y aprendizaje de la química en temas que tradicionalmente se enseñan expositivamente y alejados del laboratorio.

## RECOMENDACIONES

En razón a que el plomo metálico y sus derivados orgánicos e inorgánicos solubles e insolubles se caracterizan por su elevado potencial tóxico, con graves efectos sobre la salud y el ambiente, se hace necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Evitar la inhalación de los derivados utilizados en la experiencia; para manipular estas sustancias se debe utilizar protección ocular así como guantes de látex. En caso de contacto con la piel o los ojos se debe lavar con abundante agua y, de ser necesario, acudir a un centro médico.

Los residuos no deben ser arrojados a vertederos o desagües. Si éstos están en polvo, se deben aspirar con una bomba de vacío. Si el vertido es una disolución, debe de

recogerse con un adsorbente e introducirlo en un recipiente cerrado. Los residuos de plomo y sus derivados deben ser tratados y eliminados por un gestor autorizado.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), pp. 109-121. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- Bueno Garesse, E. (2004). Aprendiendo química en casa. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), pp. 45-51. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- Raviolo, A. (2003). Cinco tipos de actividades con la hoja de cálculo en la enseñanza de la Química. *Educación en la Química*, 5 Nº 3, 20-25.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), pp. 274-292. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>.

### iiVISIBLE STOICHIOMETRYii

**Keywords:** *Stoichiometry; limit reactive; chemical reaction.*