

# Procedimiento con un sistema de reacción que produce los colores de la bandera mexicana\*

Graciela Müller C., Mercedes Llano L., Marta Rodríguez P.\*\*

1er. Premio en el certamen convocado por el Centro Mexicano de Química en Microescala (CMQM) durante el 3er. Simposio Internacional de Química en Microescala realizado en la Universidad Iberoamericana-Ciudad de México, del 18 al 20 de mayo de 2005.

First prize award in the contest promoted by the Mexican Microscale Chemistry Center during the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Microscale Chemistry, held at Universidad Iberoamericana-Mexico City, on May 18-20, 2005.

## Abstract (A chemical reaction system that produces the Mexican Flag colors)

The experiment was designed according to the outlines of the Mexican Microscale Chemistry Center (MMCC) to obtain by chemical reactions the colors of the Mexican flag (green, white and red). The common reagent was Mohr's salt (iron(II) ammonium sulfate): two of the colors were obtained by chemical reactions with the Fe(II) ion and the third with the sulfate ion. The reagents added (all of the same color) were 0.1M solutions of ammonium carbonate, ammonium chloride and 1,10-phenantroline. The reactions are attractive, low cost; none is toxic and can be made at the microscale level.

## Resumen

Siguiendo los lineamientos de la convocatoria del CMQM para obtener por medio de reacciones químicas los colores de la Bandera Mexicana (verde, blanco y rojo), se procedió al diseño del experimento. Se utilizó como reactivo común sal de Mohr (sulfato doble de hierro (II) y amonio): dos de los colores se obtuvieron por reacción en solución acuosa del catión Fe(II) y el tercero por reacción del anión sulfato. Los reactivos del mismo color adicionados fueron soluciones 0.1M de carbonato de amonio, de

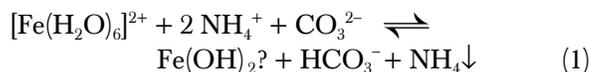
cloruro de bario y de 1,10-fenantrolina. Las reacciones son vistosas, de bajo costo, no tóxicas y pueden realizarse en microescala.

## Desarrollo experimental

El catión Fe<sup>2+</sup> en solución acuosa es un catión poco ácido y se oxida con facilidad al aire, pasando a Fe<sup>3+</sup>. De un diagrama log C = f(pH) para Fe(II) 10<sup>-2</sup>M (Burriel, 2004), se sabe que a pH menor que 7.5 existen las especies Fe<sup>2+</sup> y FeOH<sup>+</sup> y para valores de pH mayores de 7.5, precipita el Fe(OH)<sub>2</sub> y coexiste con las especies HFeO<sub>2</sub><sup>-</sup> y FeO<sub>2</sub><sup>2-</sup>. Se utilizó una solución de sal de Mohr 2 × 10<sup>-1</sup> M con el objeto de producir una solución acuosa estable de [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>, ya que en ella el Fe<sup>2+</sup> está protegido por la esfera de coordinación del agua (Cotton, 1999).

## Reacción para el color verde

La solución acuosa de sal de Mohr presenta una coloración verde muy tenue casi incolora y tiene un pH de 4, por lo que existen en ella las especies Fe<sup>2+</sup> y FeOH<sup>+</sup>. Al añadir (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.1 M, el pH aumenta y se favorece la precipitación del Fe(OH)<sub>2</sub>↓ de color verde bandera:



## Reacción para el color blanco

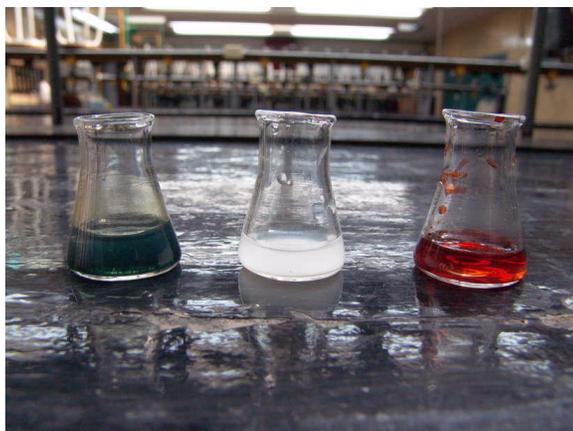
En la solución de la sal de Mohr, al añadir cloruro de bario precipita el anión sulfato como sulfato de bario (II) de color blanco, ya que se alcanza el valor del K<sub>ps</sub>, 1.07 × 10<sup>-10</sup>.



\* Este trabajo fue juzgado el 23 de julio de 2005 por Enrique González Vergara (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla) y Mario Bravo Medina (Universidad Iberoamericana), a quienes agradecemos su labor.

\*\*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear. Fac. de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP. 04510 México, D.F. México.

Correo electrónico: muller@servidor.unam.mx



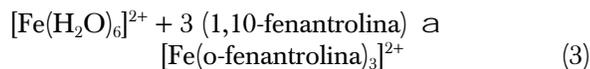
**Figura 1.** Producción química de los colores de la bandera mexicana (en matraces).



**Figura 2.** Producción química de los colores de la bandera mexicana (en placa de toque).

### Reacción para el color rojo

Con una solución alcohólica de 1,10-fenantrolina 0.1M se obtiene de forma inmediata el color rojo, por una reacción de sustitución de ligantes en la esfera de coordinación del catión  $\text{Fe}^{2+}$ , para dar un trisquelato muy estable. La constante de formación de este compuesto tiene un valor de  $10^{21}$  (Ringbom, 1963).



### Resultados

Al añadir a la solución del catión  $\text{Fe}^{2+}$  los reactivos: carbonato de amonio, cloruro de bario y 1,10-fenantrolina, se obtuvieron los colores de la bandera mexicana: verde, blanco y rojo. Las reacciones se hicieron en matraces Erlenmeyer pequeños (figura 1), y en placa de toque (figura 2), aunque se pueden hacer también en tubos de ensaye o en otros recipientes adecuados. En la segunda de forros pueden verse ambas figuras en color.

Este experimento cubrió todos los requisitos de la convocatoria: producir químicamente los colores de la bandera mexicana, a partir de una misma sustancia (de cualquier color) agregada a tres sustancias (de cualquier color, pero del mismo color las tres) contenidas en tres vasos de precipitados diferentes. El jurado otorgó más puntos al experimento más vistoso, de más bajo costo, que utilizara sustancias menos tóxicas o peligrosas y que se pudiera realizar también en microescala. ■

### Bibliografía

- Burriel, M.F. *et al.*, *Química Analítica Cualitativa*, Editorial Thompson, 18ª edición, Madrid, 2000.  
 Cotton, F.A. *et al.*, *Advanced Inorganic Chemistry*, J. Wiley, 6ª edición, New York, 1999.  
 Ringbom, A., *Complexation in Analytical Chemistry*, Interscience Pub., New York, 1963.