

# ¿Microescala o reducción de escala? Perspectivas en Química Inorgánica

David E. Berry\*

## Abstract

This is a brief summary of the title presentation at the 5th North American Chemistry Congress held in Cancun, QR, Mexico, in November, 1997. Several possible alternatives for the reduction of scale in the Inorganic Chemistry laboratory are given, including two specific examples of experiments with the corresponding experimental details.

## Resumen

Éste es un breve resumen de la presentación dada en el Quinto Congreso de Química de América del Norte, celebrado en Cancún, Quintana Roo, México, en noviembre 1997. Se presentan varias alternativas posibles para la reducción de escala en experimentos de química inorgánica, y como ejemplo, un par de experimentos específicos con sus detalles prácticos.

## Introducción: un caso para reducción de escala

Cuando uno considera un cambio radical en el contenido de un curso, es siempre una buena idea detenerse un momento a pensar los objetivos de ese curso. Éstos pueden cambiar con el tiempo, dinero y facilidades disponibles, con lo que inevitablemente uno tiene que hacer un compromiso entre idealidad y realidad. Nosotros hemos adoptado un programa en la University of Victoria (UVic) que remarca profundamente las técnicas de laboratorio, con lo que esperamos que nuestros alumnos se gradúen con un alto nivel de competencia e independencia a nivel práctico.

Hay muchos argumentos para hacer más ecológica nuestra forma de enseñar química. Es demasiado fácil hacer que un ejercicio educacional se convierta en la generación de todavía más residuos tóxicos. Incluso desde un punto de vista financiero deben ser dadas varias consideraciones con respecto a la cuenta para la eliminación de residuos químicos, como también a su compra inicial. ¿Es realmente necesario trabajar a gran escala? A veces el costo puede ser prohibitivo. Los artículos especiales de vidrio son caros, con lo que es muy tentador el usar el equipo ya disponible en un laboratorio tradicional. Es importante considerar los precios cuidadosamente. Nosotros hemos encontrado que el ahorro

en productos químicos en cursos con un gran número de estudiantes puede compensar la compra de un gran número de nuevos artículos de vidrio.

Por ejemplo, un experimento muy común en química general es el que describe algunas de las propiedades de la química del cobre (figura 1).

Reflexionando sobre el experimento existente, se observó que en el paso  $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4$  se requerían 90 mL 6M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . De hecho, se encuentra que funciona adecuadamente con 30 mL. Esto no es en sí mismo una gran revelación, excepto el hecho de que es realizado en una clase de química general, con lo que el número de estudiantes es bastante grande. En este curso en particular nosotros teníamos alrededor de 700 estudiantes. El ahorro producido por no comprar esos 60 mL 6M de ácido sulfúrico es alrededor de \$150 dólares canadienses (CDN\$). El costo para la neutralización de ese exceso de ácido sulfúrico con hidróxido sódico es alrededor de 450 CDN\$, y, naturalmente, hay un gran ahorro de tiempo para la dilución y subsecuente neutralización del ácido por un técnico.

## Reciclando productos químicos

Incluso en experimentos a macroescala, la mayoría de los estudiantes no genera enormes cantidades de material, particularmente si ellos son requeridos para la realización de algún test analítico o de caracterización de los productos. De nuevo, uno puede tomar ventaja del número de estudiantes que tiene lugar en los cursos de química.

Un ejemplo en este apartado es el de los 150 estudiantes en nuestro segundo año, en el curso de introducción de química inorgánica, con la preparación de yoduro de estaño (IV) a partir de 0.3 g de papel de estaño (Pass & Sutcliffe, 1974, p. 10). La mayor parte del  $\text{SnI}_4$  es entonces usado para el análisis por titulación del contenido de yoduro. Los aproximadamente 200 mg restantes pueden ser añadidos a un experimento en el (menos poblado) curso de tercer año.

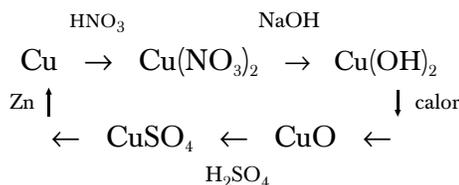


Figura 1. Reciclaje del cobre.

\* Department of Chemistry, University of Victoria, Victoria, British Columbia, Canada, V8W 3V6.

(Traducido al español por Miguel Labayen y Pedro Montoya, mismo domicilio. Adaptado por Jorge Ibáñez Cornejo, Universidad Iberoamericana, México, DF.)

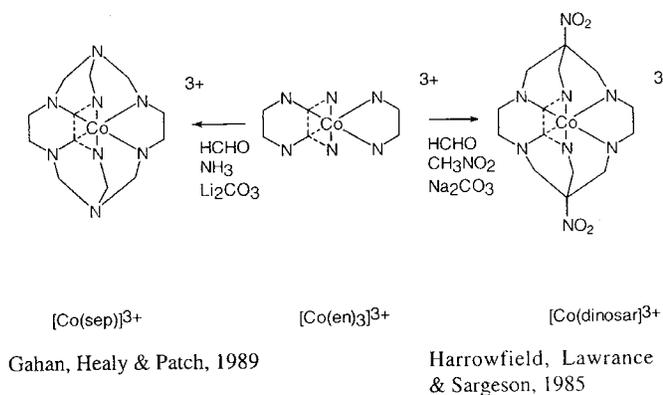


Figura 2. Jaulas de cobalto derivadas de etilendiamina coordinada.



Usualmente nosotros realizamos la reacción de Grignard en una gran escala, 1.7 g SnI<sub>4</sub>, porque el tetraetilestaño es un líquido y, por tanto, es bastante fácil perderlo durante la destilación, incluso con la utilización de una cabeza de destilación de Hickman (Bruce, 1995).

Otro ejemplo sobre el mismo concepto es el uso del catión [Co(en)<sub>3</sub>]<sup>3+</sup>, (donde en = H<sub>2</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>) (Pass & Sutcliffe, 1974, p. 104). Típicamente, nuestros estudiantes de segundo año aprenden sobre isomerismo óptico sintetizando

y separando los enantiómeros de este catión. Los estudiantes de tercer año pueden entonces usar este producto como el producto de partida para la preparación de complejos de jaula (figura 2).

### Consideraciones instrumentales

En los cursos de un más alto nivel, nosotros pedimos a los estudiantes la realización de varias formas de análisis espectroscópicos. El número de años y la calidad de los equipos pueden entonces ser un factor limitante cuando se trata de reducir la cantidad de producto a ser preparado. Hace unos cuantos años la mayoría de los espectrómetros de RMN eran instrumentos de onda continua. Más recientemente, imanes más potentes y métodos de transformada de Fourier han llegado a estar disponibles para los laboratorios de enseñanza, mejorando las técnicas disponibles y permitiendo menores cantidades de material para ser analizadas satisfactoriamente. Las figuras 3 y 4 muestran varias concentraciones de ferroceno acetilado disuelto en CDCl<sub>3</sub>. Comparando los picos de CHCl<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>O con los del soluto, uno puede ver que un espectro aceptable puede ser tomado con 5 mg/mL para <sup>1</sup>H, y alrededor de 20 mg/mL para <sup>13</sup>C{<sup>1</sup>H}.

### Ejemplo 1

Uno de los mejores tipos de experimentos para realizar a pequeña escala son los concernientes a fotoquímica y foto-física. Normalmente, los espectros electrónicos (ultravioleta

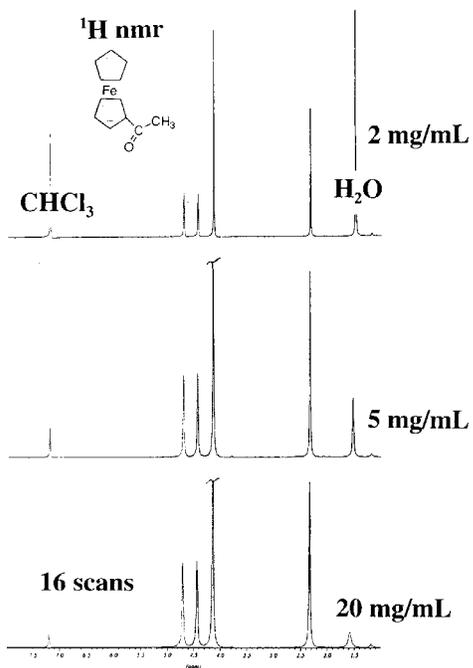


Figura 3. Espectro <sup>1</sup>H RMN de acetilferroceno.

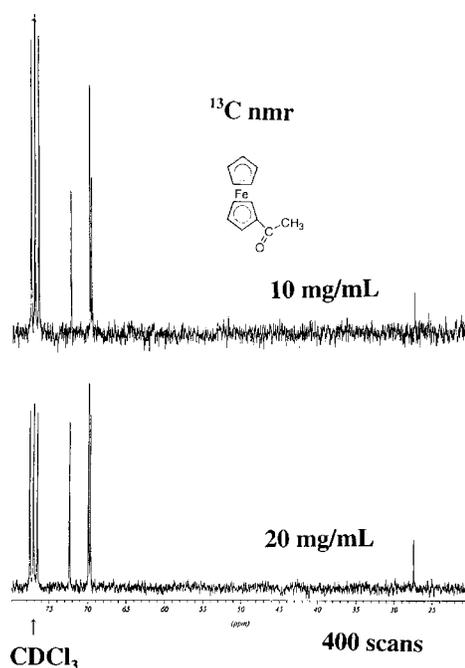


Figura 4. Espectro <sup>13</sup>C{<sup>1</sup>H} RMN de acetilferroceno.

y visible) se toman a bajas concentraciones. Entonces ¿por qué preparar un exceso de producto?

Consideremos el catión  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3]^{2+}$ , donde bipy es bipyridil. Este catión es fácil de oxidar a rutenio (III), y en una subsecuente reducción muestra un flash de luz al tiempo que decae de su estado excitado (Gafney and Adamson, 1975; Shakhashiri, 1983). Esta quimioluminiscencia sugiere que los complejos de este tipo podrían ser usados para almacenamiento de energía (Roundhill, 1994). Si se dispone de un espectrofluorímetro, el espectro de absorbancia y el de emisión pueden ser estudiados.

La síntesis de  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3]^{2+}$  ha sido mostrada en varias ocasiones (Broomhead & Young, 1982; Thomas & Deacon, 1989), donde una de las versiones más interesantes requiere la utilización de un horno de microondas doméstico (Greene and Mingos, 1991).

### Preparación de $[\text{Ru}(\text{bipy})_3](\text{PF}_6)_2$

#### *Uso de la bomba de teflón de digestión de microondas*

La mayoría de las bombas están hechas de metal, por lo que pueden resistir el estrés mecánico cuando se trabaja a altas presiones. Esto es obviamente inaceptable en una situación en la que se calienta por microondas, donde el metal interaccionaría con las microondas.

El tipo de recipiente<sup>1</sup> disponible para esta clase de experimentos es capaz de resistir 1,200 psi y 250°C. Todos sus componentes están hechos de un polímero ultracomprimido, el cual es transparente a las microondas, pero que sin embargo no es resistente al ataque de algunos disolventes orgánicos. Por ello, la bomba está tapizada con un inserto de teflón, que es extremadamente tolerante a la mayoría de ácidos, bases y disolventes, y que también es transparente a las microondas.

Dentro de la bomba se encuentra  $\text{RuCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (0.13 g), metanol (13 mL), trietilamina (1 mL) y 2,2'-bipyridina (0.31 g). La mezcla debe ser agitada para hacer una pasta homogénea y deshacer los grumos. Se monta la bomba siguiendo las recomendaciones de la marca y se aplican microondas por 20 s. (La sobrepresión dentro del autoclave es indicada por el movimiento del tornillo superior, el cual desconecta las microondas al moverse más de 1 mm. Dejar enfriar completamente antes de abrir.) Espere 25 minutos antes de aplicar microondas por otros 20 segundos.

El autoclave debe enfriarse lentamente a temperatura ambiente (NO usar baño de hielo) alrededor de 1 hora antes de abrir. Se filtra el contenido por gravedad (o por filtración al vacío con un embudo Hirsch) a través de un papel filtro en un vaso de precipitados, lavándolo con  $6 \times 1$  mL de

metanol. Añadir a la disolución filtrada otra disolución acuosa de hexafluorofosfato sódico (0.36 g en 10 mL). Agitar durante 10 minutos y enfriar en hielo para coagular el precipitado. Filtrar el producto deseado y secar al aire. Una vez seco, lavar el producto con un poco de dietiléter y anotar el rendimiento. Una segunda tanda<sup>2</sup> de producto puede ser obtenida a su vez reduciendo el volumen del filtrado de reacción, dejando enfriar y filtrando como antes. El espectro UV/VIS (300-700 nm) puede ser tomado en disolución acuosa  $1 \times 10^{-4}$  M de  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3](\text{PF}_6)_2$ .

#### *La quimioluminiscencia del $[\text{Ru}(\text{bipy})_3](\text{PF}_6)_2$*

*Nota: Estos compuestos se descomponen rápidamente, por lo que no deben ser preparados antes de 30 minutos antes de su uso.*

La disolución #1 es una disolución ácida de  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3]^{3+}$ . Se añade ácido sulfúrico concentrado (2 mL) a agua destilada (30 mL), y se añade  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3](\text{PF}_6)_2$  (0.021 g). Agitar con un agitador magnético y una barra agitadora encapsulada en teflón, hasta que el compuesto se disuelva completamente y añadir una punta de espátula llena de dióxido de manganeso (IV). Agitar vigorosamente hasta que el color cambie a un amarillo verdoso. Comparar este color con el de la muestra de  $[\text{Ru}(\text{bipy})_3](\text{PF}_6)_2$  sobrante del UV/VIS. La disolución debe ser filtrada antes de su uso, pero hay que retrasar esto hasta que la solución #2 esté preparada. La presencia del oxidante  $\text{MnO}_2$  estabiliza al rutenio (III).<sup>3</sup>

La disolución #2 es una disolución alcalina del reductor borohidruro de sodio. A agua destilada (50 mL) añadir tres lentejas de hidróxido sódico (aprox. 0.3 g). Una vez disuelto, se añade  $\text{NaBH}_4$  (5.0 g) y se agita. Se vierte la disolución en un matraz Erlenmeyer de 250 mL con agitador magnético.

*El resto del experimento debe ser conducido en un lugar completamente oscuro.* Agitar la disolución #2 a una velocidad suficiente para causar el vórtex. Filtrar parte de la disolución #1 por gravedad directamente en una bureta limpia. Apagar las luces y añadir la disolución #1 gota a gota a la porción del vórtex de la disolución #2. Flashes naranjas deberán ser visibles. No se debe añadir demasiado rápido o se producirán burbujas y calentamiento. Variar la velocidad de agitación para observar el efecto en la quimioluminiscencia.

<sup>2</sup> Esta segunda tanda de producto tiende a no contener demasiado material. El rendimiento total debería ser alrededor de 0.29 g.

<sup>3</sup> Oxidando a Ru (III) se incrementa la intensidad de la banda de absorbancia a 428 nm a un valor mayor que la correspondiente a 454 nm. La especie amarillo-verdosa de Ru (III) se convertirá en el rojo-anaranjado de Ru (II) en el transcurso de una semana. La vida media en solución ácida es de alrededor de 2 h. Manteniendo el  $\text{MnO}_2$  en la disolución se mantiene el Ru (III) por al menos una semana.

<sup>1</sup> Disponible en Parr Instrument Company, 211 53rd Street, Moline, Illinois, 61265, USA.

Observar lo que ocurre con las luces encendidas; añadir cuantitativamente 1 mL de la disolución #1 con una pipeta debajo de la superficie de la disolución #2.

### Ejemplo 2

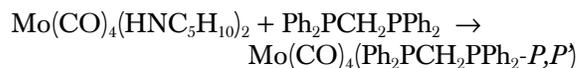
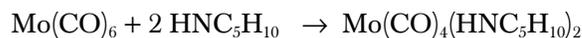
Normalmente, después de la preparación sintética de un compuesto, se requiere al estudiante que realice la prueba espectroscópica necesaria para mostrar que el producto deseado fue obtenido satisfactoriamente. Esto puede no ser fácil al nivel de microescala, pues depende del tipo de compuesto, la técnica espectroscópica y los instrumentos disponibles. En el caso de compuestos organometálicos una gran parte de la masa es debida al metal central, con lo que se requieren importantes cantidades de compuesto para ser utilizado como muestra espectroscópica. A menos que la propiedad observada se encuentre en gran abundancia relativa, el espectro puede ser demasiado débil. En el siguiente ejemplo, dos o tres técnicas pueden ser usadas con relativamente pequeñas cantidades de compuesto.

La espectroscopía infrarroja es una técnica fantástica para el análisis de complejos carbonilo en disolución. El grupo CO produce bandas intensas en una ventana relativamente libre de otros grupos funcionales comunes, y lo que es más importante, de disolventes. Los ligantes carbonilo de hexacarbonilo de molibdeno pueden ser sustituidos de una forma bastante bien controlada, aunque los productos pueden a menudo estar contaminados con las reacciones laterales provenientes de diferentes grados de sustitución.

Tomemos por ejemplo la sustitución del hexacarbonilo con una simple amina. Los productos pueden incluir  $[\text{Mo}(\text{CO})_6-n(\text{NR}_3)_n]$  donde  $n = 1, 2$  o  $3$ . Una cuidadosa elección de la amina puede ayudar a controlar el grado de sustitución. En el presente caso, nosotros deseamos preparar el complejo  $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{HNC}_5\text{H}_{10})_2]$ , como precursor para la síntesis de  $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2-P,P')]$ . Teniendo en cuenta que la piperidina ( $\text{HNC}_5\text{H}_{10}$ ) es un buen grupo para la donación, la preparación del complejo *cis*- asegura que se mantenga la preferencia por el compuesto bidentado de  $\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2$ .<sup>4</sup> Repitiendo la misma reacción con 1,10-fenantrolinea, que es una amina que produce enlaces más fuertes, causa que el  $\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2$  se enlace como un ligante unidentado (Cano *et al.*, 1993). Aunque todas las reacciones pueden ser fácilmente monitoreadas por espectroscopía infrarroja, el enlace de la fosfina puede ser monitoreado con espectroscopía RMN –idealmente observando el núcleo de fósforo, aunque también observando los protones.

### Preparación de $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2-P,P')]$

Las reacciones son:



donde  $\text{HNC}_5\text{H}_{10}$  = piperidina

#### a) Preparación de $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{HNC}_5\text{H}_{10})_2]$

Añadir  $[\text{Mo}(\text{CO})_6]$  (0.20 g, 0.76 mmol) y piperidina (0.50 mL, 5.1 mmol) a un vaso de precipitados de 5 mL con un condensador unido por medio de una abrazadera con empaque (o-ring). Añadir heptano (4.0 mL) y un agitador magnético y colocar el montaje en un baño de aceite sobre un agitador/calentador con control automático de temperatura a 100°C. Reflujar la disolución durante dos horas y filtrar por gravedad mientras está todavía caliente. El residuo sólido o pastoso deberá ser lavado con heptano (10 mL). Anotar el rendimiento y tomar el espectro de infrarrojo en el rango 2,500-1,550  $\text{cm}^{-1}$  usando diclorometano como disolvente.<sup>5</sup>

#### b) Preparación de $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2-P,P')]$

Añadir  $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{HNC}_5\text{H}_{10})_2]$  (0.200 g, 0.53 mmol) y bis(difenilfosfino)metano (0.200 g, 0.52 mmol) en matraz balón de 5 mL, equipado con un agitador giratorio vertical de teflón, una entrada para nitrógeno y unido al condensador enfriado por agua. Pasar gas nitrógeno por todo el montaje mediante una pipeta desechable para remover el aire y tener una atmósfera de nitrógeno. Ésta no es una exclusión rigurosa de oxígeno, pero es suficiente para los propósitos del presente experimento. Entonces, cambiar el flujo de nitrógeno hacia una entrada de gas con junta esmerilada, de manera que embone con la parte superior del condensador y dejarlo fluyendo durante el experimento.

De este modo, la reacción se realiza bajo una atmósfera de nitrógeno, permitiendo la expansión y contracción con un burbujeador externo (con aceite mineral) en la línea del nitrógeno. Añadir 2.0 mL de diglima (2-metoxietil) éter por medio de una jeringa, pasando la aguja a través de la junta entre la entrada del gas y el condensador. Así, pasará suficiente nitrógeno como para evitar que una cantidad significativa de aire entre en el recipiente de reacción. Colocar el conjunto en el mismo baño que se usó en la preparación (a) y calentar a 115°C. Calentar la disolución por una hora y entonces enfriar, todavía bajo atmósfera de nitrógeno.

Mientras la disolución se enfría, se añade metanol des-

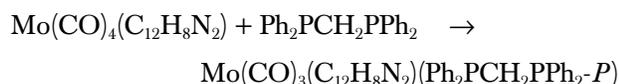
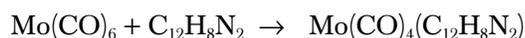
<sup>4</sup> En nuestro caso, la reacción directa de  $\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2$  con  $[\text{Mo}(\text{CO})_6]$  requirió reflujo durante 24 h, y dio un rendimiento/calidad más pobre que el de la ruta descrita.

<sup>5</sup> El  $\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{HNC}_5\text{H}_{10})_2$  no purificado es amarillo, con un rendimiento de 231 mg, 81%; IR ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ): 2072w 2012vw 1982w 1934s 1891m 1819w.

oxigenado (5.0 mL), preparado mediante el burbujeo de nitrógeno con una pipeta desechable en el metanol por 10 min. Mientras todavía está burbujando el gas, se toman los 5 mL de metanol con una jeringa y se transfieren al recipiente de reacción. Tapar el vaso de precipitados y situarlo en el congelador de un refrigerador durante toda la noche. Filtrar por gravedad los cristales y lavar con un mínimo de hexano enfriado con hielo. Secar al aire y calcular el rendimiento. Tomar el espectro de IR (2500-1550  $\text{cm}^{-1}$ ) (Chatt & Watson, 1961) en hexano y el espectro de RMN  $^1\text{H}$  y  $^{31}\text{P}$  en cloroformo (Grim *et al.*, 1974).

### Preparación de $[\text{Mo}(\text{CO})_3(2\text{-phen})(1\text{-dppm})]$

Las reacciones son:



donde  $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 = 1,10\text{-fenantrolina}$

#### a) Preparación de $[\text{Mo}(\text{CO})_4(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)]$

Añadir en un vaso de precipitados de 5 mL con fondo cónico  $[\text{Mo}(\text{CO})_6]$  (0.26 g, 0.98 mmol), 1,10-fenantrolina (0.18 g, 1.0 mmol) y xileno (2.5 mL). Agitar y refluxar a 140°C por 2 h. Enfriar en baño de hielo y coleccionar el sólido. Lavar el precipitado rojo oscuro con 5 mL de hexano y secar al aire. Obtener el rendimiento y el espectro IR (con diclorometano, 2,500-1,550  $\text{cm}^{-1}$ )<sup>6</sup> y el RMN  $^1\text{H}$  (con cloroformo).

#### b) Preparación de $[\text{Mo}(\text{CO})_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2\text{-}P)]$

Desoxigenar 10 mL de acetona burbujando gentilmente nitrógeno en el disolvente por 10 min. En un vaso de precipitados de 5 mL con fondo cónico, disolver  $[\text{Mo}(\text{CO})_4(n2\text{-phen})]$  (0.10 g, 0.26 mmol) y bis(difenilfosfino)metano (0.10 g, 0.26 mmol) en la acetona (3.5 mL). Bajo nitrógeno, refluxar durante 0.5 h en un baño de aceite a 70 °C, enfriar y verter en hexano o una mezcla de hexanos (20 mL) en aire. Coleccionar el precipitado mediante filtración por gravedad o por sedimentación y lavar con  $2 \times 5$  mL de hexano y secar bajo vacío. Anotar el rendimiento, tomar el espectro IR (con diclorometano, 2,500-1,550  $\text{cm}^{-1}$ ) y el espectro de RMN  $^1\text{H}$  y  $^{31}\text{P}$  (con cloroformo) (Cano *et al.*, 1990).

### Conclusión

Este trabajo tiene la intención de resaltar algunos de los tipos de experimentos que pueden ser incluidos exitosamente en

<sup>6</sup>  $[\text{Mo}(\text{CO})_4(n2\text{-phen})]$ : IR ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ): 2013m, 1900s, 1880m (aprox), 1831m.

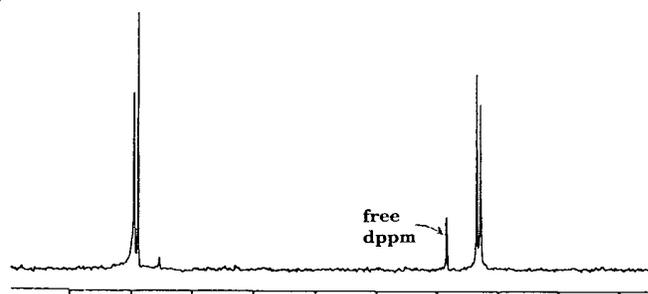


Figura 5. Espectro  $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$  RMN de  $[\text{Mo}(\text{CO})_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2\text{-}P)]$

un programa de laboratorio de química inorgánica. A medida que la sofisticación instrumental continúa, más y más ejemplos de reacciones químicas interesantes pueden ser demostradas a un nivel de microescala.

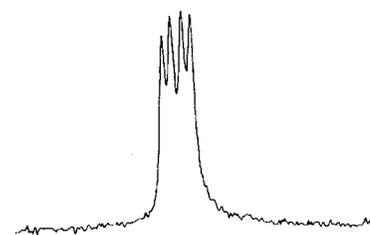


Figura 6. Espectro  $^1\text{H}$  RMN de la región  $\text{CH}_2$  de  $[\text{Mo}(\text{CO})_3(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)(\text{Ph}_2\text{PCH}_2\text{PPh}_2\text{-}P)]$ .

### Agradecimientos

El autor desea agradecer a los siguientes miembros del personal de laboratorio de la University of Victoria por sus contribuciones: Dr. Jane Browning, Kelli Fawkes y Troy Hasanen. ■

### Referencias

- Broomhead, J.A. y Young, C.G. *Inorg. Synth.*, **21**, 127, 1982.
- Bruce, D.W. *Chem.2S Inorganic Chemistry Laboratory Manual*, University of Sheffield, England, 1995.
- Cano, M.; Campo, J.A.; Ovejero, P. y Heras, J.V. *J. Chem. Ed.*, **70**, 600, 1993.
- Cano, M.; Campo, J.A.; Pérez-García, V.; Gutiérrez-Puebla, E. y Alvarez-Ibarra, C. *J. Organometal. Chem.*, **382**, 397, 1990.
- Chatt, J. y Watson, H.R. *J. Chem. Soc.*, 4980, 1961.
- Gafney, H.D. y Adamson, A.W. *J. Chem. Ed.*, **52**, 480, 1975.
- Gahan, L.R.; Healy, P.C. y Patch, G.J. *J. Chem. Ed.*, **66**, 445, 1989.
- Greene, D.L. y Mingos, D.M.P. *Transition Met. Chem.*, **16**, 71, 1991.
- Grim, S.O.; Briggs, W.L.; Barth, R.C.; Tolman, C.A. y Jesson, J.P. *Inorg. Chem.*, **13**, 1095, 1974.
- Harrowfield, J.M.; Lawrance, G.A. y Sargeson, A.M. *J. Chem. Ed.*, **62**, 804, 1985.
- Pass, G. y Sutcliffe, H. *Practical Inorganic Chemistry*. Chapman and Hall, London, 2nd edition, 1974.
- Roundhill, D.M. *Photochemistry and Photophysics of Metal Complexes*. Plenum, New York, 1994.
- Shakhashiri, B.Z. *Chemical Demonstrations*, vol. 1, University of Wisconsin Press, 1983, p. 194.
- Thomas, N.C. y Deacon, G.B. *Inorg. Synth.*, **25**, 107, 1989.

# $\mu$ QUIM 2000

LA QUÍMICA EN MICROESCALA EN EL AÑO 2000

Un evento que reunirá en Mayo del 2000 a expertos internacionales y nacionales en Química en Microescala

## Ponentes internacionales invitados

**Dr. Francisco Javier Arnáiz**, Director del Depto. de Química de la Universidad de Burgos (España)

**Chem. Eng. Touko Virkkala**, Director del Nordic Microscale Chemistry Center (Finlandia)

**Prof. Christer Gruvberg**, Director del Swedish Microscale Chemistry Center (Suecia)

**Prof. Roque Cruz**, Director de Tecno Tecnología para o Ensino, Asseta Faculdades de Tatui (Brasil)

**Dr. John Bradley**, Director del Centro RADMASTE, University of the Witwatersrand, Johannesburg (Sudáfrica)

y Presidente del Comité para la Enseñanza de la Química, Unión Internac. de Química Pura y Aplicada (IUPAC)

**Dr. Mono M. Singh**, Director del National Microscale Chemistry Center (EEUU).

## Patrocinadores

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Programa Alfa de la Comisión Europea, Instituto Mexicano de Cooperación Internacional, Organización de Estados Americanos (Programa de Becas de Adiestramiento), Productos de Vidrio Técnico, S.A. de C.V.

Si alguna institución quisiera ver la posibilidad de invitar a alguno de los ponentes internacionales durante su estancia, favor de comunicarse con los organizadores

## CONFERENCIAS Y DEMOSTRACIONES A CARGO DE LOS EXPERTOS INTERNACIONALES

Lunes 22 al miércoles 24 de mayo, de 9:00 a.m. a 1:00 p.m.

## TALLERES EXPERIMENTALES (20 horas cada uno)

*Taller de Química General*

Lunes 15 al miércoles 17 mayo

*Taller de Química Orgánica Básica*

Miércoles 17 al viernes 19 mayo

*Taller de Química Ambiental*

Lunes 22 a miércoles 24 de mayo y el jueves 25 mayo

Asimismo, durante el resto del año 2000 se ofrecerán los siguientes talleres (al mismo costo señalado abajo):

<b>Bioquímica</b>	31- 2	Mayo-Junio
<b>Química Orgánica Avanzada</b>	14-16	Junio
<b>Fisicoquímica</b>	28-30	Junio
<b>Química de Preparatorias</b>	7-9	Agosto

## CUOTAS DE RECUPERACION

### Profesores y público en general (por persona)

Talleres: \$1,400 pesos/taller

Conferencias y demostraciones: \$150 pesos/día

(Mayo 22 a 24, de 9:00 a.m. a 1:00 p.m.)

### Estudiantes —licenciatura o posgrado— (por persona)

Únicamente conferencias y demostraciones: \$40 pesos/día

(Mayo 22 a 24, de 9:00 a.m. a 1:00 p.m.)

### Estudiantes —secundaria o preparatoria— (por persona)

Únicamente conferencias y demostraciones: \$30 pesos/día

(Mayo 22 a 24, de 9:00 a.m. a 1:00 p.m.)

HAY DESCUENTOS ADICIONALES POR ASISTENCIA MULTIPLE Y ASISTENCIA EN GRUPO DE AL MENOS 3 PERSONAS DE LA MISMA INSTITUCION Y PLANTEL



Para inscripciones y mayores informes dirigirse por lo menos con una semana de anticipación a:

**Mtro. Arturo Fregoso Infante o Dr. Jorge Ibáñez Cornejo**  
Universidad Iberoamericana, A.C., Depto. de Ciencias  
Centro Mexicano de Química en Microescala  
Prol. Paseo de la Reforma 880, 01210 México, D.F.

Tels. (5) 267 4168, 267 4176, 267 4074

fax (5) 267 4063, 267 4279

e-mail: arturo.fregoso@uia.mx y jorge.ibanez@uia.mx