

Higiene, seguridad y protección ecológica, en el terreno de la educación, forman parte de un mismo cuerpo. Esta sección recibe artículos sobre estos temas.

# Manejo de sustancias químicas peligrosas en el laboratorio de restauración de pintura de caballete

*Elisabeth Rossi,\* Joaquín Palacios\*\**

## Introducción

Se ha observado que, mientras el químico trabaja unos minutos con un disolvente como el tolueno y luego de tapar la botella la guarda, en cambio el restaurador de pintura de caballete, al limpiar un barniz oxidado, lo utiliza varias horas, a menudo sin equipo de protección, manteniendo abierto el frasco... ¡y a veces fumando cerca de éste!

El número y la complejidad de los productos químicos utilizados en restauración hace difícil para muchos conservadores entender las consecuencias del contacto con esas sustancias. Sin embargo, esto ya no constituye un pretexto para seguir con actitudes muchas veces peligrosas e inconscientes, ya que existe una literatura abundante sobre el tema (véase bibliografía). Como se mostrará en este artículo, es de vital importancia para el restaurador conocer los riesgos que trae consigo el manejo de tales sustancias y desarrollar costumbres de protección y almacenamiento adecuados. Se conocen casos, aunque no han sido adecuadamente documentados, donde se menciona la aparición de enfermedades crónicas, provocadas por el mal uso de las sustancias en los talleres de restauración. Entre los problemas más citados se pueden mencionar: complicaciones respiratorias, dolor de garganta, irritación y malestar en los ojos, descenso general de las defensas.

Este trabajo está dirigido principalmente a los estudiantes de los primeros semestres de las carreras de química y de conservación y restauración de bienes culturales muebles, con el propósito de sensibilizarlos sobre los riesgos a los que están expuestos en su tarea diaria. Se pretende además ofrecer información útil sobre el manejo correcto de las sustancias en un laboratorio de restauración de pintura de caballete.

## ¿Cuáles son las sustancias peligrosas más comunes en el laboratorio de restauración de pintura de caballete?

Entre las etapas de una intervención de conservación y restauración de una pintura de caballete, existen varias cuyos procedimientos implican el manejo de sustancias peligrosas.

Consideremos la fumigación de los cuadros para eliminar

insectos dañinos e impedir su desarrollo. Para este fin, se emplean generalmente fostoxin, gas etileno, o pentaclorofenol al 3 o 5% en thinner.

Otra de las etapas de la conservación de un cuadro es el estudio de muestras de capa pictórica, que se incluyen en resina acrílica.

La consolidación local de escamas de pintura o de base de preparación del cuadro constituye otra etapa. Para ello, se emplean cola animal, cera-resina (mezcla de cera de abeja sin refinar con resina dammar) reblandecida en gasolina blanca, o resinas sintéticas como el Acryloid B-72R de Rohm & Haas, empleado al 15-20% en xilol, o el Mowilith DM-1-HR de Hoechst. La cera-resina, la cola animal, el Mowilith DM-1-HR se pueden emplear también para el velado parcial de las orillas del cuadro, y para el proceso de rentelado. La resina dammar en xilol se emplea en los barnizados. La etapa más delicada e irreversible de una restauración de pintura es la limpieza. Es también la más peligrosa, no sólo para el cuadro sino también para el restaurador, ya que en general se emplean disolventes.

Existen varios niveles de limpieza:

- eliminación de todos los contaminantes ajenos a la pintura como son: suciedad, polvo, cochambre, manchas, deyecciones, etcétera.
- eliminación parcial de un barniz oxidado.
- eliminación de repintes (de óleo o acrílicos).

Sea cual sea el nivel de limpieza necesario, siempre se debe conservar la pátina del cuadro, es decir la fase donde se mezclan la capa pictórica y el barniz que penetró en ésta.

Se selecciona un disolvente o una mezcla de disolventes, haciendo una serie de pruebas comenzando con el disolvente más suave. Las pruebas se hacen con las sustancias siguientes, clasificadas según su poder de disolución:

Poder suave: — agua con detergente.

Poder medio: — gasolina blanca (a base de pentano).

— xilol (xileno).

— alcohol etílico (etanol), isopropílico, diacetona.

— acetatos de amilo, de etilo, de cellosolve, utilizados a menudo en mezcla.

Poder fuerte: — dimetilformamida (mezclada con acetatos).

— butilamina en agua.

— amoniaco en agua.

— piridina en agua o acetona.

\*Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía

Manuel del Castillo Negrete, INAH-SEP.

\*\*División de Posgrado, Facultad de Química, UNAM.

Enviado: 3 de julio de 1993; Aceptado: 6 de febrero de 1994.

Los últimos cuatro son fuertes (muy polares), por lo que rara vez se utilizan solos. Es importante notar que casi todos los disolventes que se usan en restauración son polares y de pH básico (+10.5).

### ¿Cuál es la peligrosidad de las sustancias empleadas en restauración de pintura de caballete?

Si bien la cola animal o el detergente no son peligrosos, la mayoría de los materiales utilizados en restauración presentan un riesgo en su manejo. Esto puede suceder incluso en un proceso aparentemente inocente, como por ejemplo la preparación de los colores para la reintegración, cuya fórmula está constituida por pigmentos en polvo (irritantes) que se muelen en barniz y xilol (tóxicos), y bálsamo de Canadá.

En el presente artículo, se hará énfasis en los disolventes.

Los factores de riesgos que puede presentar una sustancia durante su manejo son de tres tipos: inflamabilidad, labilidad o corrosividad (reactividad química) y toxicidad. En conferencias internacionales y reuniones de trabajo los representantes del gobierno, la industria y la academia (American Conference Governmental Industrial Hygienists, FDA, Washington D.C. 1993), han establecido reglas y estándares para determinar esos factores; además se deben considerar la cantidad máxima recomendada para el manejo de la sustancia y su almacenamiento en contenedores y gavetas adecuados.

Para determinar la inflamabilidad de un disolvente, se utiliza su punto de ignición (*flash point*). Se define como la temperatura mínima, a una presión de 760 mm Hg (1 013 mbar), a la cual un líquido libera vapores en concentraciones suficientes para formar una mezcla inflamable en aire. Esta mezcla en presencia de una llama o chispa provoca la ignición espontánea de los vapores de la sustancia. Así, un incendio no se inicia a partir del líquido inflamable, sino de sus vapores. Por ejemplo, si mientras un restaurador trabaja dentro del laboratorio con un disolvente, se produce una chispa eléctrica, ésta puede iniciar el fuego. Insistimos, no es el disolvente el que se incendió, sino sus vapores concentrados en el aire.

Los disolventes más volátiles son los más inflamables. Entre más bajo sea su punto de ignición, más fácilmente se inflama su vapor a temperatura ambiente. Un disolvente con un punto de ignición inferior a 23 °C es altamente inflamable y peligroso. Es el caso del éter etílico, de la gasolina blanca, del acetato de etilo, de la acetona, los cuales se evaporan muy rápidamente, y pueden incendiarse a temperatura ambiente sin necesidad de una chispa muy caliente.

Los líquidos se clasifican en inflamables (clases IA, IB y IC) y combustibles (clases II y III), según sus puntos de ignición y de ebullición, como lo vemos en la Tabla 1 (Palacios, 1991). Por otra parte, no debe olvidarse que la preparación y el manejo de sustancias como la cera-resina, o la resina dammar, implican el

Tabla 1. Inflamabilidad.

|                       | Clase | Punto de ignición ( <i>flash point</i> ) | Punto de ebullición |
|-----------------------|-------|--|---------------------|
| Líquidos inflamables  | IA    | < 22.8 °C                                | < 37.8 °C           |
|                       | IB    | < 22.8 °C                                | > 37.8 °C           |
|                       | IC    | 22.8 °C < x < 37.8 °C                    |                     |
| Líquidos combustibles | II    | 37.8 °C < x < 60 °C                      |                     |
|                       | III   | > 60 °C                                  |                     |

uso de medios de calentamiento, que pueden iniciar incendios o provocar quemaduras.

La reactividad química de los materiales está ligada a la fuerza ácida o básica de los mismos. El término de reactividad es usado de acuerdo al National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) para referirse a sustancias que pueden participar en reacciones violentas en presencia de agua o bajo condiciones ambientales y atmosféricas normales. En restauración de pintura, se llegan a utilizar algunas sustancias básicas corrosivas, como el amoníaco diluido en agua.

En cuanto al tercer factor de riesgo (toxicidad), muchos de los productos químicos empleados en restauración son tóxicos, en menor o mayor grado. Un material tóxico es aquel que causa efectos nocivos locales o sistemáticos en un organismo.

Existen tres mecanismos por medio de los cuales una sustancia atraviesa las barreras naturales de defensa del cuerpo humano: penetración por la piel, contacto ocular, inhalación e ingestión. Los efectos inmediatos sobre la salud pueden ser irritación, corrosión, acción letal. Los efectos crónicos o retardados, como el envenenamiento sistemático, incluyen a las alergias, efectos mutagénicos, teratogénicos y carcinogénicos, entre otros. Se puede clasificar a las sustancias según su modo de acción patológica, en este concepto se incluye a la toxicidad química y biológica (Clayton, 1991). Se mencionan a continuación sólo las sustancias que el restaurador emplea:

- sustancias irritantes de la piel, de los ojos o del sistema respiratorio, como polvos (incluyendo a los pigmentos y la resina acrílica para inclusión de muestras), amoníaco.
- sustancias anestésicas y narcóticas, como éter etílico, cetonas alifáticas (acetona), alcohol etílico y ésteres.
- sustancias venenosas, que destruyen uno o varios de los órganos viscerales como los hidrocarburos aromáticos (que destruyen hígado, cerebro, riñón, etcétera), o que deterioran el sistema nervioso central.
- alergénicos, sustancias que provocan reacciones de respuesta antígeno-anticuerpo.

El grado de toxicidad de una sustancia depende de la respuesta de las personas frente a ésta, es decir su susceptibilidad, edad, y estado físico general. Se sabe por ejemplo que los


|   |   |
|---|---|
| <b>Inflamabilidad 3</b><br>(Fondo rojo) | <b>0 Labilidad o Reactividad</b><br>(Fondo amarillo)  |
| <b>Salud 2</b><br>(Fondo azul)          |  <b>Protección Personal</b><br>(Fondo blanco) |

Figura 1. Información de una etiqueta de acetato de etilo.

fumadores son más susceptibles a los productos químicos, ya que el tabaco aumenta la toxicidad efectiva de éstos.

Se han establecido varios sistemas para medir la toxicidad de una sustancia. Entre ellos, es muy útil el que se basa en los *Threshold Limit Values* (TLV) o valores de límite mínimos, y en la dosis letal media (LD50).

Los TLV, establecidos por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), se refieren a las concentraciones de una sustancia en el aire, para una jornada de trabajo de 7 u 8 horas y una semana de 40 horas, abajo de las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden ser expuestos sin efectos dañinos a su salud. Se expresan en ppm (partes por millón). Entre más pequeño sea el número, más bajo es el límite y más fácil será el rebasarlo, es decir que la sustancia es más peligrosa (Torraca, 1985). Así, un disolvente es:

- muy peligroso si su TLV es menor de 10,
- peligroso si su TLV está comprendido entre 10 y 30,
- moderadamente peligroso si su TLV está entre 30 y 100,
- poco peligroso si su TLV es mayor de 100.

Por ejemplo, la piridina empleada en la limpieza de pinturas de caballete tiene un TLV de 10 ppm, por lo que es una de las sustancias más peligrosas utilizadas por el restaurador. Se continúan estudiando los efectos toxicológicos de las sustancias. Por esta razón actualmente es poco preciso el establecer los valores TLV para jornadas de trabajo de 8 h/día y 40 h/semana; sin embargo es importante observar que los valores límite cada vez se hacen más bajos.

De todos modos, un restaurador siempre debería desconfiar de los disolventes, ya que los TLV son solamente puntos de referencia; además cada año se clasifican como de alto riesgo sustancias que anteriormente se consideraban como poco o moderadamente peligrosas.

El valor de la dosis letal media LD50 es la concentración crítica para el 50% de un grupo dado de organismos (ratones,

ratas o conejos), en condiciones específicas de experimento, como lo muestra la Tabla 2 (Palacios, 1991).

Se resumen en la Tabla 3 los principales datos de los disolventes más comúnmente empleados en la restauración de pintura de caballete (Merck Index, 1989; Sigma-Aldrich, 1985; Horie, 1987). Notemos además que muchos disolventes, como éteres, xilol, toluol, acetato de etilo, alcoholes etílico e isopropílico, y trementina, al absorber oxígeno del aire forman peróxidos muy reactivos y explosivos.

### ¿Cuáles son los procedimientos adecuados para el manejo de sustancias de alto riesgo?

Es indispensable tomar un cierto número de precauciones (*Guide for safety...*, 1972; Torraca, 1985), primero para evitar incendios. Se debe hacer circular a los vapores, ventilar, utilizar un extractor de aire, es decir no dejar que se acumulen los vapores del disolvente, se recomienda el monitoreo ocupacional rutinario en las áreas de trabajo. Las mismas precauciones sirven para evitar que el restaurador inhale demasiados vapores. De todos modos, siempre se debería utilizar una mascarilla con los filtros adecuados para los tipos de disolventes empleados. La duración de los

Tabla 2. Toxicidad.

| Clase                        | LD50 oral para ratas<br>(en mg/kg de peso corpóreo) |          |
|------------------------------|---|----------|
|                              | Sólidos   | Líquidos |
| I. Extremadamente peligroso  | < 5   | < 20     |
| II. Altamente peligroso      | 5-50  | 20-200   |
| III. Moderadamente peligroso | 50-500  | 200-2000 |
| IV. Ligeramente peligroso    | > 500   | > 2000   |

Tabla 3. Principales disolventes empleados en restauración de pintura de caballete.

| Nombre  | Punto de ignición (°C) | Punto de ebullición (°C) | TLV (ppm) | Efectos sobre salud* |
|---|------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|
| Petróleos ( <i>white spirit</i> )   | 38                     | 150-196                  | 400       | N,V,H,R,M,Pu,Ca,O    |
| Gasolina blanca (pentano)   | -51                    | 32-37                    | 300       | N,V,H,R,M,Pu,Ca,O    |
| Benceno   | -11                    | 80                       | 10        | M,D,SR,C,N,Pu,Ca     |
| Toluol (tolueno, metilbenceno)  | 4                      | 110                      | 100       | Narc,Ca,P,O          |
| Xilol (xileno, dimetilbenceno)  | 17                     | 138-140                  | 100       | Narc,P,O,M,N,V,Pu    |
| Trementina (aguarraz)   | 34                     | 154-170                  | 100       | Pu,P,O,N             |
| Etilico (etanol) HO-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>   | 13                     | 78                       | 1000      | D,N,coma,Narc        |
| Isopropílico (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -CH-OH   | 12                     | 82                       | 400       | D,N,O,Pu,Ca,P,Narc   |
| Propanol CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH  | 22                     | 97.2                     | 200       | O,M,Pu,P,Ca,N,V      |
| Diacetona (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -CO-CH <sub>2</sub> -CO-CH <sub>3</sub>                                 | 65                     | 168                      | 50        | M,Pu,P,O,Narc        |
| Acetona CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub>   | -17                    | 56                       | 750       | Narc,M,P,O           |
| Acetato de etilo C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -OCO-CH <sub>3</sub>   | -4                     | 77                       | 400       | M,O,P,Pu,C,Narc      |
| Acetato de amilo CH <sub>3</sub> -COO-C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>  | 25                     | 149                      | 100       | —                    |
| Acetato de cellosolve<br>CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -O-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -OCO-CH <sub>3</sub> | 47                     | 156                      | 50        | P                    |
| <i>n,n</i> -Dimetilformamida<br>H-CO-N-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>  | 57                     | 153                      | 10        | N,V,P,O,M,C,H        |
| <i>n</i> -Butilamina CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub>                            | -12                    | 78                       | 5         | O,M,Pu,Ca,P          |
| Piridina CH(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> N  | 20                     | 115                      | 5         | N,O,D,P,SR,R,H,C     |

\**Abreviaturas*: N: náuseas; V: disturbios visuales; M: irritación de las mucosas; O: irritación de ojos (conjuntivitis, lagrimeo); P: irritación de la piel, dermatitis; Pu: irritación tracto respiratorio; D: depresión (daños al sistema nervioso central); H: daños al hígado; R: daños a los riñones; SR: daños al sistema respiratorio; Narc: narcótico; C: sustancia cancerígena; Ca: dolor de cabeza.

filtros depende de la carga a la que sean sometidos. El simple cubrebocas es útil contra polvos, pero nunca contra vapores tóxicos. Cada vez que sea posible, el restaurador debe sustituir un disolvente peligroso por uno de propiedades similares pero menos dañino.

También es recomendable reducir los tiempos de exposición, es decir de trabajo con disolventes, y nunca dejar tirados algodones empapados con éstos. Siempre que sea necesario, se deben utilizar guantes y lentes de protección, así como una bata de algodón. Además no se deben tomar alimentos o bebidas, ni fumar en el laboratorio.

Respecto a las sustancias, éstas deben guardarse en botellas y recipientes de vidrio oscuro, cuando sea posible, de plástico, ya que éste es más resistente al impacto. Los líquidos se colocan en la parte inferior de gavetas de acero herméticas, y los sólidos en la parte superior de éstas. Cada material debe llevar una etiqueta legible con los datos más importantes para su uso. Estos datos se pueden resumir gracias al Sistema de Identificación de Materiales de Alto Riesgo (SIMAR) o a otros sistemas similares, utilizando símbolos y escalas numéricas sencillas. El SIMAR tiene la gran ventaja de ser práctico, sencillo y directo (Palacios, 1991).

En la figura 1 se muestra a manera de ejemplo la etiqueta de un disolvente muy empleado en restauración, el acetato de etilo.

Así, el SIMAR permite mostrar que el acetato de etilo es una sustancia inflamable (clase IA, indicado por el índice 3), moderadamente tóxica (2), que no presenta labilidad (0). Es necesario para manejarlo usar guantes, mascarilla y lentes de protección.

### Conclusión

A pesar de que muchas de las recomendaciones que se presentan aquí parezcan obvias o conocidas, nunca es inútil volver a insistir para que se cumplan. El restaurador debe seguir informándose, para lograr su protección. Solamente así, generando costumbres sanas y sentido de la responsabilidad, el restaurador evitará accidentes y el lento pero irremediable deterioro de su salud. ■

### Referencias bibliográficas

- American Conference Governmental Industrial Hygienists*, Proceedings de la FDA, Washington, 1993.
- Clayton, G. B. (ed.), *Patty's industrial hygiene and toxicology*, 4ª ed., John Wiley & Sons, Nueva York, 1991.
- Guide for safety in the chemical laboratory*, 2ª ed., VNR Company, Nueva York, 1972, 505 pp.
- Horie, C. V., *Materials for conservation-organic consolidants, adhesives and coatings*, Butterworth, Londres, 1987, 281 pp.
- Pal, S. B. (ed.), *Handbook of laboratory health and safety measures*, MTP Press Limited, USA, 1985, 391 pp.
- Palacios, J. y M. Arévalo, Manejo de sustancias de alto riesgo en el laboratorio de química, *Educ. quím.*, 2 [2], 90-93 (1991).
- The Merck index-An encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals*,

11ª ed., Merck & Co., USA, 1989.

*The Sigma-Aldrich Library of chemical safety data*, 1ª ed., 1985.

Torraca, G., "Dangers présentés par l'utilisation des produits synthétiques pour les oeuvres d'art et pour les restaurateurs", *Memorias del seminario Produits synthétiques pour la conservation et la restauration des oeuvres d'art*, 28-30 de noviembre de 1985, SCR-Association Suisse de Conservation et Restauration, Berna, pp. 87-97.

### Elisabeth Rossi

Nació en Dijon, Francia, en 1965. Licenciatura de Letras Clásicas, Universidad de Dijon, Francia, de 1983 a 1986. Licenciatura en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Muebles, en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRM) "Manuel del Castillo Negrete", Ex-convento de Churubusco, INAH-SEP, 1987-1992.

De 1992 a la fecha, realiza su tesis, cuyo título es: "Experimentación con recubrimientos sintéticos orgánicos para la protección y la conservación de bienes culturales de hierro y cobre", dirigida por la IQ Marina Estévez, jefe de laboratorio en la compañía El Nervión, S.A. de C.V. (fábrica de pinturas y recubrimientos).

### QUIMOTRIVIA-REJECTA

Que el estudio puede (y debe) ser un juego nos lo indica Newton:

"No sé cómo me verá el mundo; pero yo siempre me he visto como un niño que juega a la orilla del mar y que ha tenido la suerte de encontrar unos caracoles más bellos que otros."

Si el juego del aprendizaje pone como regla ocultar los errores pierde de vista la esencia del aprendizaje: rectificación de errores. Nadie nace sabiendo. Por ello, si al resolver un problema el estudiante borra los errores, no queda posibilidad de aprendizaje; es preferible tachar, no emborronar; sólo de esta manera podrá hallarse una regularidad en los errores... y podrá corregirse la causa de éstos.

Como apunta Tito Monterroso: "Se aprende a escribir tachando".

*Continúa en la página 121*

**El Centro de Investigación en Química Aplicada  
ofrece el**

# **DIPLOMADO EN POLÍMEROS**

*dirigido a investigadores, industriales e  
interesados en el ramo de los plásticos y hules*

## **PROGRAMA 1994**

### **CURSO**

### **FECHAS**

| <b>CURSO</b>                   | <b>FECHAS</b>      | <b>FECHAS</b>      |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
|                                | En Monterrey, N.L. | En México, D.F.    |
| 1. Propiedades fisicoquímicas  | Marzo 24 y 25      | Abril 7 y 8        |
| 2. Polietileno y polipropileno | Abril 14 y 16      | Mayo 12 y 13       |
| 3. Plásticos de ingeniería     | Mayo 26 y 27       | Junio 9 y 10       |
| 4. PVC                         | Junio 30 y julio 1 | Julio 7 y 8        |
| 5. Formulado                   | Agosto 18 y 19     | Agosto 11 y 12     |
| 6. Extrusión                   | Septiembre 8 y 9   | Septiembre 22 y 23 |
| 7. Inyección                   | Septiembre 29 y 30 | Octubre 6 y 7      |
| 8. Reciclado de plásticos      | Octubre 27 y 28    | Noviembre 10 y 11  |
| 9. Agroplásticos               |                    | Noviembre 24 y 25  |
| 10. Mezclas y aleaciones       | Noviembre 17 y 18  | Diciembre 8 y 9    |

| <b>Lugar</b>   | <b>Informes e inscripciones</b>   |
|--|---|
| México, D.F.<br>Hotel Prado Galerías<br>Conjunto Galerías<br>Salón Matamoros<br>Av. Marina Nacional, 339   | Lic. Nora E. Escudero<br>Oficina CIQA en México D.F.<br>Av. Coyoacán 1530-2<br>Tel. y Fax 534 12 90   |
| Monterrey, N.L.<br>Club CIMA<br>Grupo CYDSA<br>Av. Las Palmas 5500<br>Col. Cumbres, 3er. Sector  | M. C. Brunilda Segui Knocker<br>Enrique Reyna Hermosillo 140<br>Saltillo Coahuila, C.P. 25100<br>Tel. (91-84) 15 30 30 y 15 16 22<br>Fax (91-84) 15 84 04 |
| <b>Horario:</b> de 15:00 a 19:00 hrs.<br><b>Cuota:</b> N\$ 1,320.00 más IVA por persona y por curso<br><b>Incluye:</b> Material de estudio, café y diploma |   |