

REEMPLAZO DE SOLVENTES TÓXICOS: UNA PROPUESTA PRÁCTICA PARA LOS TALLERES DE RESTAURACIÓN DE NUESTRO PAÍS

Luciana Murcia

Coordinación de recuperación y conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de economía y Finanzas Públicas de la Nación, Museo de Arte Latinoamericano (MALBA)

Palabras clave: Conservación y restauración de pintura, limpiezas, remoción de barnices, remoción de repintes, solubilidad, solventes, hidrocarburos, toxicidad.

RESUMEN:

En este artículo se presenta el Proyecto de investigación realizado como trabajo final de grado para la Tecnicatura en Conservación de Obras de Arte de la Universidad del Museo Social Argentino.

El proyecto tiene por objetivo reemplazar los solventes tóxicos usados frecuentemente en diferentes intervenciones de restauración, por disoluciones con solventes orgánicos mucho menos tóxicos pero igualmente efectivos.

Es por ello que el trabajo se centró en la formulación y ensayo de una solución que cumpliera con estos requisitos para trabajar sobre la problemática que presenta el uso de solventes de elevada toxicidad, tanto para el operador como para el ambiente de trabajo.

Para realizar este estudio se seleccionaron solventes y materiales que se encuentran habitualmente en las obras o que se utilizan en los talleres de restauración y se realizaron ensayos con los mismos para evaluar su efectividad.

Con la divulgación de los resultados obtenidos se pretende fomentar el uso de estos solventes, menos tóxicos, entre los centros dedicados a la Conservación y Restauración del Patrimonio.

INTRODUCCIÓN:

Como es bien conocido por todos los restauradores, la restauración reúne procesos de distinta índole realizados para prolongar la existencia de las obras de arte. Algunos de

estos procesos -como la eliminación de suciedad superficial, remoción de barnices envejecidos, eliminación de repintes, dilución de adhesivos y preparación de nuevos barnices como capa de protección- implican directamente el uso de solventes o materiales que necesitan ser diluidos mediante los mismos.

La mayoría de estas intervenciones se fundamentan en el proceso de solubilidad entre un soluto y uno o varios solventes. La capacidad de un solvente de actuar sobre un compuesto que se desea eliminar mediante su disolución depende fundamentalmente, de su polaridad. Por esta razón, se utilizan soluciones de solventes para lograr la polaridad adecuada, dependiendo de la polaridad de la sustancia a disolver.

Los solventes más utilizados para estos procedimientos son a base de hidrocarburos y sus derivados, ya sean alifáticos o aromáticos, siendo estos últimos, los más nocivos para la salud por su conocida alta toxicidad.

En una beca de Cooperación Cultural realizada en España en los años 2011 y 2012, se tuvo acceso a distintos productos comerciales y mezclas de solventes, que se usan habitualmente en instituciones de ese país con el fin de reemplazar a los solventes más tóxicos. Lamentablemente, estos productos, no se consiguen en nuestro país.

Habiendo recopilado esta información y conociendo la alta toxicidad de los solventes más utilizados en nuestros talleres, surgió la inquietud de intentar implementar aquí esta forma de trabajo. En la Argentina además, por deficiencias presupuestarias generalmente, los talleres de restauración no cuentan con la ventilación ni las pautas de seguridad necesarias y por esta razón es importante conseguir reemplazos accesibles.

Con este propósito, se trabajó en el Taller de la Coordinación de Recuperación y Conservación del Patrimonio del Ministerio de Economía de la Nación, ensayando diferentes mezclas de solventes de polaridad similar a la de los solventes aromáticos más tóxicos, intentando lograr niveles de efectividad similares pero reduciendo la toxicidad mediante el uso de solventes mucho menos nocivos.

El objetivo de este trabajo es presentar las investigaciones para conseguir reemplazos accesibles y difundir la información resultante, para tratar de erradicar el uso de estas sustancias tóxicas de los talleres de nuestro país.

ELECCIÓN DE SOLVENTES Y TOXICIDAD:

Al momento de elegir los solventes para estos procedimientos, estamos acostumbrados a tener en cuenta principalmente la seguridad de la obra, luego la eficacia del solvente en relación con los materiales a disolver y, en último lugar, la toxicidad del mismo.

Sin considerar la toxicidad específica de cada molécula, se podría decir que todos los solventes orgánicos volátiles provocan en el organismo un efecto narcótico y depresivo del sistema nervioso central, debido a la fuerte lipofibilidad de sus moléculas que las hace penetrar fácilmente en dicho sistema.

La toxicidad de los diferentes solventes se mide en partes por millón (PPM) y por medio de parámetros de toxicidad utilizados para la mayoría de las sustancias tóxicas como Concentraciones Máximas Admitidas (CMA o MAC) es decir, la concentración promedio del solvente en el ambiente aplicable en una exposición repetida (8 horas por día - 5 días a la semana) durante una vida de trabajo profesional y sin producir un efecto nocivo.

Cada obra presenta problemas y materiales particulares, por esta razón la restauración no debe encararse nunca de una manera preconcebida ni debe estandarizarse. Sin embargo, el conocimiento de nuevos materiales motivó la inquietud de buscar alternativas menos tóxicas en nuestro país, en donde, el Tolueno, el Xileno y la Trementina están muy extendidos.

Solvente	MAC en ppm
n-hexano	100
Heptano	500
Ciclohexano	300
Metilciclo	500
Hexano	
Octano	500

Tabla No. 1: Toxicidad hidrocarburos saturados parafínicos

Solventes	MAC en ppm
esencia de trementina	100

Tabla No. 2: Toxicidad de la Esencia de Trementina

Solvente	MAC en ppm
benceno	6
tolueno	200
xileno	200
cumeno	50

Tabla No. 3: Toxicidad hidrocarburos aromáticos ^[1]

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN:

Con la idea de poder aplicar en nuestro país los conocimientos adquiridos, se decidió tomar como referencia para la investigación la dilución de pigmentos comerciales para retoque y la remoción de barnices. Estas intervenciones son relativamente frecuentes en los talleres de restauración y ambas requieren de la participación de solventes.

De las observaciones realizadas sobre los procedimientos anteriormente mencionados durante la estancia en el exterior, se pudo recabar la siguiente información: para la dilución de colores para retoque (de la marca Maimeri), reemplazan el Tolueno o Xileno utilizado tradicionalmente en muchos de los talleres argentinos, por White Spirit (solvente comercial) buscando bajar los niveles de toxicidad. Y para la remoción de barnices, por la misma razón se utiliza una solución de White Spirit al 25% con Etanol 96° (que le aporta a la mezcla la polaridad necesaria para remover barnices envejecidos).

Las marcas utilizadas de White Spirit son Winsor & Newton y, también se usan dos solventes comerciales para preparar artesanalmente el White Spirit: un hidrocarburo aromático llamado Shellsol-A y un destilado del petróleo hidrogenado Arosol D40.

Al momento de realizar la experiencia, estos solventes comerciales no se podían conseguir en nuestro país, por lo que se procedió con la Bioquímica Marcela Cedrola, Tutora del Trabajo Final de Grado, a intentar reproducir la formulación de estos productos utilizando las composiciones reveladas en sus fichas técnicas como base. Fue así que se tomó conocimiento de que el Shellsol-A tiene en su composición más del 35% de componentes aromáticos muy tóxicos.

Esto planteó entonces un nuevo desafío, la investigación no debía hacer foco en llegar a una formulación similar la de los productos españoles, sino en formular una solución de solventes con la misma polaridad de estos pero con menor cantidad de hidrocarburos aromáticos en la mezcla.

Para lograr el objetivo del ensayo se planteó el uso de soluciones formuladas a base de hidrocarburos saturados parafínicos de cadena abierta y cíclicos, ya que son de más baja toxicidad que los aromáticos (tolueno, benceno y sus derivados) y no aromáticos de elevada toxicidad utilizados habitualmente para estos procesos como la trementina.

Los parámetros de solubilidad de las soluciones a testear debían ser similares a los del material a remover, por lo tanto el criterio de selección dentro de los mismos hidrocarburos parafínicos se basó en su polaridad de acuerdo a la ubicación en el diagrama de Teas^[2], así como también en sus valores de CMA informados en las tablas internacionales anteriormente presentadas en este artículo.

La nueva polaridad resultante de la solución formulada con los diferentes porcentajes de los diferentes solventes, también se ubicaría en el diagrama en forma teórica, antes de pasar a su elaboración y aplicación sobre probetas.

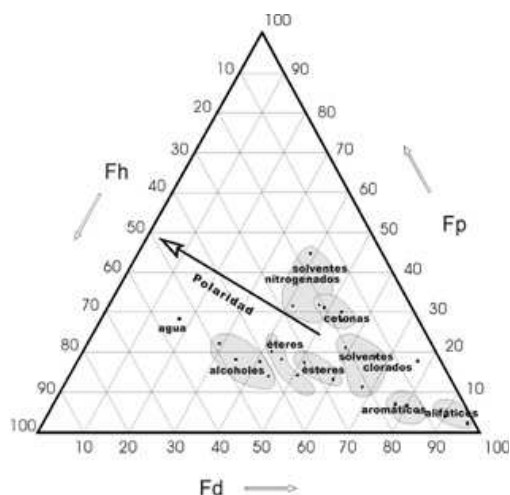


Fig.1 Representación de solventes en el triángulo de Teas^[3]

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO EXPERIMENTAL :

Solventes utilizados:

Se ensayaron distintas formulaciones de soluciones a base de heptano, ciclohexano, tolueno, isoctano y hexano en distintos porcentajes. Las mismas cumplían con el requisito de polaridad semejante y menor toxicidad que los productos comerciales españoles y se seleccionaron tres soluciones para ser testeadas frente a las probetas.

Como el ensayo experimental se llevó a cabo en el taller de restauración de la Coordinación de recuperación y conservación del Patrimonio Cultural del Ministerio de economía y Finanzas Públicas de la Nación en un principio, se utilizó una fórmula de White Spirit que se ya se preparaba artesanalmente en el taller con Nafta Blanca e hidrocarburos alifáticos parafínicos (SC.1).

La Nafta Blanca es un solvente comercial, del cual tampoco tenemos la totalidad de la información de los solventes que la componen, por esta razón también se procedió a

preparar una solución quitando la Nafta Blanca. En este caso, se la reemplazó por una proporción mayor de los hidrocarburos parafínicos que formaban la mezcla y un 4% de hidrocarburos aromáticos (SC.2).

Un solvente muy usado en nuestro país para diluir los colores comerciales para retoque es el Tolueno por lo tanto, se buscó formular una tercera solución que equiparara la trabajabilidad y el empaste logrado con este solvente. En este caso, se modificó la formulación de la solución Nro. 2, aumentando la proporción de hidrocarburos aromáticos al 19 % (menor porcentaje que el de la composición del Shellsol-A). (SC.3).

Sc1: similar al White Spirit con Nafta Blanca.

Sc2: sin nafta blanca y sin otro reemplazante.

Sc3: reemplazando el porcentaje de nafta blanca en parte por hidrocarburos aromáticos.



Fig. 2 Las tres soluciones anteriormente mencionadas

Materiales a disolver:

Se eligieron los materiales a testear en base a la naturaleza de las resinas que los componen. Se hizo especial hincapié en abarcar en la investigación diferentes tipos de resinas, tanto las naturales como las sintéticas.

Barnices:

- 1- *Vernis Satiné (811)*: Fabricante Le Franc et Bourgeois. Compuesto por resina acrílica y cetónica, aceite de lino, como agentes mateantes y esencia de petróleo.
- 2- *Vernis Surfin Dammar (1859) Extra fin*: Fabricante Le Franc et Bourgeois. Compuesto a base de resina Dammar en trementina y alcohol bencílico).

Pigmentos para retoque:

1. *Pigmentos para retoque Maimeri*: pigmentos naturales puros y resina Mástic en solventes hidrocarburos refinados.
2. *Colores para la restauración Charbonnel*: fabricante Le Franc et Bourgeois. Pigmentos en resina cetónica y acrílica.

METODOLOGÍA:

Pruebas de remoción de barnices:

Se realizaron probetas de los dos barnices para hacer las pruebas. Para las mismas se aplicó cada uno de los barnices a pincel sobre dos vidrios formando una película pareja y continua. Se numeraron las muestras.

Probeta Nro.1: Vernis Satiné.

Probeta Nro. 2: Vernis Surfin Dammar

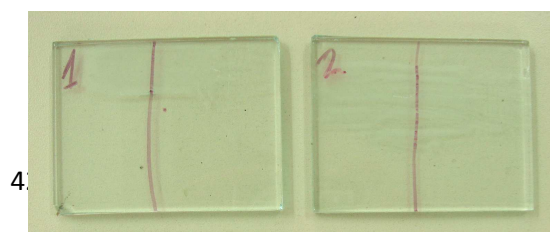


Fig. 3 Probetas

Una vez preparadas las muestras se procedió a testear la remoción de los dos barnices con las soluciones de los solventes preparadas (Sc. 1, Sc. 2 y Sc. 3) mediante la acción mecánica de hisopos embebidos en las distintas soluciones.

Las primeras pruebas se realizaron a las 48 hrs. de secado de los barnices y luego, se realizaron nuevamente con un período mayor de tiempo de de secado, a los tres meses.

Pruebas de dilución de colores para retoque:

Se realizaron probetas de los dos pigmentos para retoque a testear, para esto, ambos se aplicaron sobre una superficie cubierta con papel siliconado.

Probeta Nro. 1: Pigmentos para retoque Maimeri. Tierra de Cassel.

Probeta Nro. 2: Colores para restauración Charbonnel. Rouge de Cadmium fort.



Fig. 4 Muestras de colores de retoque

Una vez preparadas las muestras se procedió a testear la solubilidad de los pigmentos en fresco y la revitalización de los mismos una vez secos con las distintas soluciones. El proceso constó de dos partes: en la primera se aplicó una gota del solvente y se realizaron observaciones y, la en la segunda parte se testeó la disolución mediante el frotado a pincel. Se observaron la trabajabilidad, la saturación y la transparencia de los pigmentos disueltos en las nuevas soluciones.

Con estas pruebas se buscó reproducir los procedimientos usuales de la reintegración pictórica en la cual, no sólo se aplican los pigmentos para retoque en fresco, sino que también se los deja secar en las paletas para reutilizarlas posteriormente revitalizando los colores con solventes.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS:

Barnices:

En las pruebas realizadas con las muestras de 48 hrs. de secado las tres soluciones removieron bien los dos barnices pero, la solución con mayor porcentaje de hidrocarburos aromáticos fue la que lo hizo más rápidamente.

En cambio, las realizadas en las muestras con 3 meses de secado/envejecimiento, demostraron que el barniz compuesto por resina cetónica seguía siendo removido (aunque con más dificultad), pero no así el barniz compuesto por resina Dammar.

Los barnices de resinas naturales, cuando envejecen, se vuelven más polares por lo tanto, se realizaron 3 nuevas soluciones agregándole a cada solución original un 25% de Etanol 96°. De esta manera, al aumentar la polaridad de las soluciones, se pudo remover satisfactoriamente la resina Damar.

Pigmentos para retoque:

Las tres soluciones dieron un resultado similar, siendo la Sc. 3, la que demostró más capacidad de disolución, al igual que en la experiencia con los barnices.

Los pigmentos para retoque Maimeri, sólo se diluyen a un punto apropiado para su uso en reintegraciones pictóricas cuando están frescos (recién aplicados) y a las 24 hrs. todavía podrían usarse para algunos trabajos que no requieran capas muy cubrientes de color. Una vez secos, no sólo no forman empaste, sino que casi no disuelven, formando una veladura muy transparente. El mismo resultado se obtiene en los ensayos realizados con las muestras con más de 72 hrs. de secado.

La solución número 3, con un 19% de hidrocarburos aromáticos, logró casi el mismo efecto que el Tolueno puro. Esto, representa un grado sustancialmente menor de toxicidad en el solvente. De cualquier manera, la diferencia entre ésta solución y la solución número 2, con solo 4% no fue significativa. En la práctica, no variaba la trabajabilidad de la mezcla, ni la disolución en sí, sino que se disolvía con mayor rapidez. Esta diferencia podría considerarse despreciable, dependiendo el caso.

En cuanto a los colores para restauración de Charbonnel, las conclusiones son similares. Por la naturaleza de las resinas que lo componen, este producto es mucho más soluble en las tres soluciones que el de marca Maimeri. Se pudo comprobar también con los ensayos anteriormente expuestos, que son solubles rápidamente y generan empaste con cualquiera de las tres mezclas, desde su aplicación hasta las pruebas realizadas luego de 72 hrs. Luego de tres meses de secado ya no generan empaste pero se siguen disolviendo satisfactoriamente.

GRÁFICOS EN DONDE SE PRESENTAN LOS RESULTADOS:

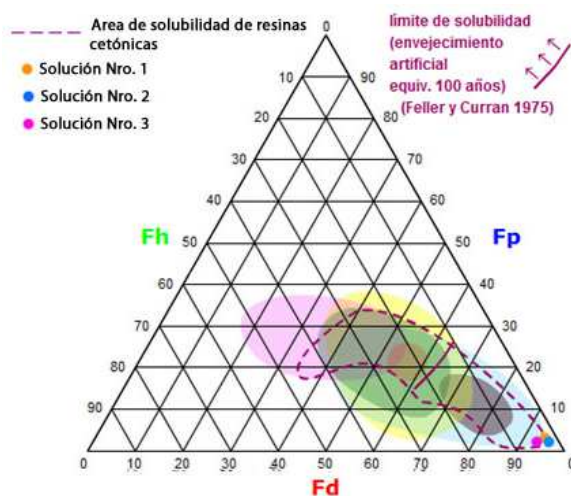


Fig. 5 Resinas cetónicas

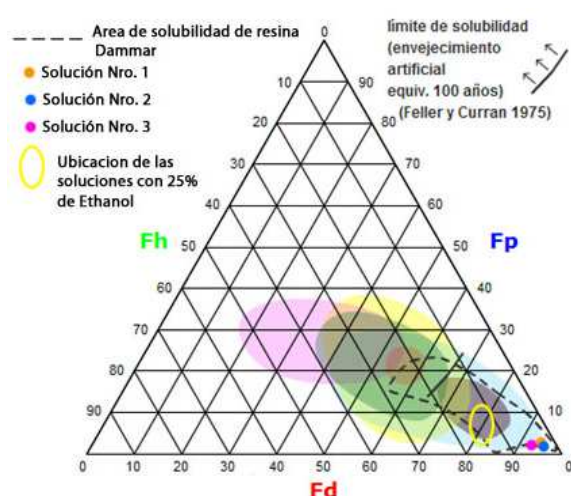


Fig. 6 Resina Damar^[4]

En las figuras 5 y 6 respectivamente, se muestra la ubicación de la zona de solubilidad de las resinas cetónicas y de resina Damar y, la ubicación que con respecto a ellas tienen las tres soluciones analizadas. Podemos observar que las mismas se ubican casi en el mismo lugar de la zona de dilución, esto demuestra que tienen polaridad similar y confirma la similitud de los resultados arrojados por los ensayos.

En la figura 6, también está representada la zona en donde se ubican las soluciones ensayadas para remover la resina Damar envejecida, con el incremento de polaridad correspondiente.

La figura número 7 representa el triángulo de solubilidad de Teas, con la zona de disolución de la resina mástic.

Podemos observar en este gráfico, que ninguna de las tres soluciones corresponde a la zona indicada como de dilución sin embargo, como pudimos comprobar en los ensayos realizados, en la práctica la diluyeron satisfactoriamente.

El fabricante no provee ficha técnica de este producto, por lo que se podría pensar que pudiera no ser resina mástic la que lo compone pero, existen otros trabajos de investigación realizados anteriormente sobre estos productos que comprueban la veracidad de la información provista en la página web. [5]

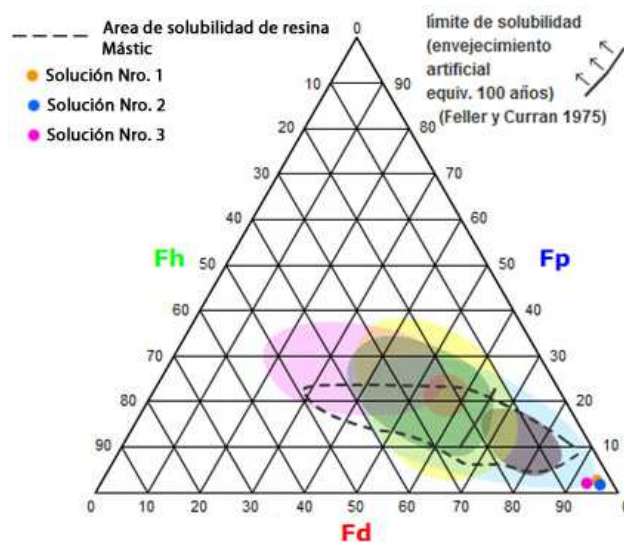


Fig. 7 Resina Mástic [4]

CONCLUSIONES GENERALES:

Con los ensayos realizados, pudimos comprobar que, si bien ninguna mezcla es efectiva en todos los casos, con mezclas simples de hidrocarburos parafínicos y mínimos porcentajes de hidrocarburos aromáticos podemos lograr soluciones eficaces para los dos procedimientos analizados y con las cuáles se disminuye la toxicidad sustancialmente sin representar riesgos para las obras de arte.

Consecuentemente mediante la investigación realizada en este trabajo se comprobó que en muchos talleres de nuestro país, por desconocimiento o por costumbre, se utilizan innecesariamente solventes de alta toxicidad.

Teniendo ya comprobada la eficacia de estos métodos, sería un gran avance difundir esta información a los restauradores y en los establecimientos donde ellos se forman para que se empiece a adoptar en la práctica y así reducir el riesgo para los trabajadores y para el medio ambiente.

[1] Masschelein-Kleiner. *Los solventes*. Capítulo 2. “Descripción de los principales solventes utilizados en conservación”. Santiago de Chile, Publicaciones Centro Nacional de Conservación y Restauración DIBA, 2004. p. 62.

[2] Hansen, C. M., The three dimensional solubility parameter, key to Saint component affinities, *J. of Paint Tech.*, 39 (1967) 104-117.

[3] Eisner S. Federico. *Del triángulo de Teas a un test de solubilidad*. Laboratorio de Análisis Centro Nacional del Conservación y Restauración DIBAM. Chile, Febrero 2006. p. 2.

-
- [4] Gráficos extraídos de “Triángulo interactivo de los solventes y de la solubilidad”, Maurizio Coladonatto, Paolo Scarpitti. Istituto Centrale per il Restauro.
(http://www.iscr.beniculturali.it/images/stories/file/TriSolv/doc/rischio_chimico.pdf).
- [5] Alicia Sánchez Ortiz, Andrés Sánchez Ledesma, Sandra Micó Boró. *Evaluación de diferencias de color en tres materiales contemporáneos para la reintegración cromática de bienes culturales*.
ÓPTICA PURA Y APLICADA. Publicado digitalmente en www.sedoptica.es