Observaciones sobre la utilización de disolventes en tareas de conservación

Este artículo es una llamada de atención a los restauradores sobre los peligros que pueen presentar los disolventes, no sólo para los materiales tratados sino también para aquél que los utiliza. A continuación se explica cómo reducir estos riesgos.

Liliane Masschelein-Kleiner

Traducción: Begoña González

La mayoría de los restauradores comparten hoy en día la convicción de que esta intervención necesita de la mayor prudencia y que sólo hay que llevarlas a cabo por motivos graves si los daños atentan contra la integridad estética de la obra, si hay daños causados por el barniz o el repinte a los materiales originales (levantamientos, decoloraciones, ...).

Ya hemos descrito las propiedades de los principales disolventes¹. El objetivo de este artículo es llamar la atención sobre los riesgos implícitos en la utilización de disolventes, no sólo para los objetos tratados sino también para los restauradores. Esperamos que se comprenda mejor la selección que proponemos con el fin de reducir al mínimo, o al menos controlar, estos riesgos.

CLASIFICACIÓN DE LOS DISOLVENTES

A raíz de nuestros estudios precedentes, los principales criterios de selección de los disolventes a tomar en consideración son el poder de penetración, la cantidad y duración de retención en los cuerpos porosos y su poder disolvente vinculado a las interacciones específicas que se pueden establecer con los solutos. Sobre estas bases, proponemos la siguiente clasificación:

TABLA 1. Propiedades de los disolventes

CATEGORÍA	PENETRACIÓN	RETENCIÓN	MATERIALES TRATADOS
I Decapantes: aminas, amidas, ácidos, polialcoholes	Muy fuerte	Larga e importante 3 a 10% en 12 h	Pinturas al óleo, barnices antiguos, colorantes disolventes denominados "universales" A evitar sobre pinturas recientes, comprendidas las del S. XIX
II Disolventes medios: cetonas, alcoholes, agua, ésteres	Media	Media todavía 3% después de 4 h	Resinas naturales y sintéticas, colorantes, grasas, ceras, óleos poco envejecidos, agua: carbohidratos, ciertas proteínas (cola animal)
III Disolventes móviles: hidrocarburos halogenados y aromáticos	Fuerte	Corta duración y débil Menos de 3% después de 30 min.	Grasas, ceras, ciertas resinas naturales y sintéticas no envejecidas
IV Disolventes volátiles: hidrocarburos saturados, éteres	Débil	Débil Menos de 3% después de 30 min.	Depósitos grasos superficiales, ceras

El presente artículo es la versión castellana del aparecido en la revista Bulletin de L'Institut Royal du Patrimoine Artistique (IRPA), vol. XIX, años 1982-83 (pp 95-104). Agradecemos al Institut Royal du Patrimoine Artistique de Bruselas la colaboración prestada.

1. L. MASSCHELEIN-KLEINER, Les solvants (Institut royal du Patrimoine artistique, Cours de conservation, 2) Bruxelles, IRPA, 1981.

ACCIÓN DE LOS DISOLVENTES

Limpieza superficial

Una atmósfera contaminada deposita sobre los objetos una capa de depósitos que contienen en la mayoría de los casos materias grasas, nicotina, sales minerales, etc.

Tradicionalmente, esta suciedad se limpiaba con la ayuda de saliva², jugo de patata, de cebolla y de otras hortalizas. Estos productos reaccionan gracias a su contenido de enzimas y de sustancias tenso-activas. Su acción moderada deja en la mayoría de los casos una bella superficie respetando el barniz. Pero aún así, presentan el inconveniente de dejar sobre el objeto residuos con un peligro potencial: bacterias, proteínas, mucopolisacáridos, sales minerales, etc. En los casos en los que la superficie admita tratamientos acuosos (sin blanqueamientos del barniz ni se reblandecimiento de la pintura o de la preparación) recomendamos utilizar preferentemente agua desmineralizada adicionada con una pequeña cantidad (una gota por litro) de tensoactivo no iónico. La limpieza continuará con un tratamiento al agua pura y con un esmerado secado con algodón seco.

Las sustancias tenso-activas hay que utilizarlas con mucha delicadeza y hay que poner hincapié en eliminarlas completamente. Son sustancias muy poco volátiles que atraen el polvo. Tienen tendencia a acumularse en los interfaces, es decir, en la superficie de los meniscos de los capilares, lo que puede retrasar la evaporación de los disolventes eventualmente presentes. A largo plazo, pueden ejercer un efecto decapante en las capas pictóricas.

En contra de la opinión general, hay que decir que el empleo de agua adicionada con amoníaco tampoco carece de riesgos. El amoníaco puede provocar la formación de un sedimento³. El azulamiento de ciertas pinturas se ha atribuido a microcristales de sulfatos de amonio formados en atmósferas cargadas de SO₂, lo que es frecuente en las ciudades.

El amoníaco cataliza, además, la hidrólisis de los aceites y de las resinas que constituyen el barniz y la capa pictórica. Y por último, algunos pigmentos son también sensibles a él (ver Tabla 3).

No se pueden emplear disolventes a base de agua en esculturas policromadas mas que después de haber realizado concienzudamente los test necesarios. Numerosos materiales pueden no admitirlos: las capas de pintura, las hojas metálicas y la preparación contienen a menudo aglutinantes y colas muy sensibles al agua.

La alúmina sirve de soporte a la mayoría de las lacas orgánicas; su sensibilidad a los ácidos y a las bases se añadirá a la de los colorantes en las veladuras coloreadas.

El ultramar, sea natural (lapis-lázuli) o artificial, es muy sensible a los ácidos. Según Gettens y Stout⁴, incluso el ácido acético diluido produce una decoloración acompañada de un desprendimiento de sulfuro (H₂S). Sin duda alguna, la utilización de disolventes ácidos o básicos es particularmente peligrosa. Es indispensable

verificar con gran atención el efecto de estos disolventes antes de utilizarlos.

Por todas estas razones, es preferible limpiar los depósitos superficiales con disolventes de la categoría I o II, probándolos en el siguiente orden: isooctano, white-spirit, xileno, tricloro-etano, diclorometano.

En el caso en que sea necesario utilizar hidrocarburos aromáticos y halogenados, es siempre necesario prever la evacuación de los vapores, ya que son tóxicos.

Cuando la suciedad forme una costra dura y espesa, puede ser ventajoso al inicio de la operación ayudar la acción del disolvente con la acción de un ligero abrasivo, como, por ejemplo, tierra de diatomeas. Las capas inferiores, menos oxidadas, podrán entonces eliminarse más fácilmente utilizando sólo el disolvente.

Estas operaciones deben ir siempre precedidas de test realizados con lupa binocular, para verificar la resistencia de la pintura original.

Eliminación de un barniz resinoso

El levantamiento de un barniz constituye una operación delicada que debe ser previamente discutida y justificada.

En la medida de lo posible, habría que evitar limpiar las pinturas al óleo, sobre todo durante los primeros decenios de su existencia. Durante la formación de la película, el aceite de linaza propulsa a la superficie moléculas de pequeño tamaño que forman un exudado momentáneamente sensible a los disolventes: es la *sinéresis*. La presencia de estas moléculas es importante para que la película quede lisa y por tanto para sus calidades ópticas⁵. Además, las reacciones de oxidación formarán durante unos cincuenta años otras pequeñas moléculas (como el ácido acelaico) que es importante conservar porque desempeñarán el papel de plastificantes.

Las limpiezas intempestivas tendrán por efecto eliminar todas estas sustancias a causa de su gran sensibilidad a los disolventes. La superficie se "desollará" y la película, una vez seca, presentará una retracción más o menos acentuada y una gran fragilidad.

Asombra el estado anormalmente desastroso de numerosas pinturas en los países donde la tradición de limpieza se ha desarrollado con rigor desde hace varios siglos. Es necesario concluir que una limpieza sólo se ha de realizar por motivos de fuerza mayor y que se deben reducir los riesgos al mínimo, utilizando los disolventes menos peligrosos.

Los disolventes de la categoría II presentan un abanico de posibilidades que dan buenos resultados en la mayoría de las tareas de los desbarnizados. Su penetración, retención y acción son moderadas y garantizan una operación controlable (ver Tabla 2).

No se puede decir lo mismo del método llamado "re-forming"⁶. Consiste en impregnar toda la obra

2. B. RAMSAY-O'HOSKI, *An Investigation into the Composition and Properties of Saliva in Relation to the Surface Cleaning of Oil Paintings*, Master's of Art Conservation Program (Kingston report n° 8), Kingston University, Canada, 1976. (Ejemplar disponible en la biblioteca del ICCROM).
3. L. J. MAJEWSKI, *Note on Salt Crystals Found in a Water Color*, en *Bull. IIC, Amer. Group*, 10, N° 1, 1969-70; G. THOMPSON, *Some Picture Varnishes*, en *Studies in Conservation*, III, 1957, p. 64-79.
4. R. J. GETTENS y G. L. STOUT, *Painting Materials*, New York, Dover Publications Inc., 1966.
5. L. MASSCHELEIN-KLEINER, *Lians, vernis et adhésifs anciens (Institut royal du Patrimoine artistique, Cours de conservation, I)*, Bruxelles, IRPA, 1978, p. 25-34.
6. H. LANK y V. PEMBERTON-PIGOTT, *The Use of Dimethylformamide Vaps in Reforming Blanched Oil Paintings*, en N. BROMMELLE y P. SMITH (éd.), *Conservation and Restoration of Pictorial Art*, Londres, Butterworths, 1976, p.103-109; E. H. JONES, *The Effect of Aging and Re-Forming on the Case of Solubility of Certain Resins*, en *Recent Advances in Conservation*, Londres, 1963, p. 79-83; K. RAFT, *An Examination of the Value of the Re-Forming Technique in Practice*, en *Studies in Conservation*, 25, 1980, p.137-140.

TABLA 2. Lista de disolventes

Propósito	Nº	Disolvente	proporción	Categoría
Limpieza superficial	1	Isooctano	Puro	IV
	2	disopropileter	Puro	IV
	3	white-spirit	16% aromáticos	(IV-III)
	4	p-xileno	puro	III
	5	p-xileno + tricloroetano	50 : 50	IV + III
Eliminación de barnices resinosos	6	isooctano + isopropanol	50 : 50	IV + II
	7	tolueno + isopropanol	50 : 50	III + II
	8	isooctano + éter + etanol	80 : 10 : 20	IV+ IV+ II
	9	isooctano + éter + etanol	55 : 15 : 30	(V + IV + II)
	10	acetato de etilo + metiletilcetona	50 : 50	II + II
Barnices resinosos en capas espesas	11	isopropanol + metilisobutilcetona	50 : 50	II + II
	12	dicloroetano + metanol	50 : 50	III + II (I)
	13	tolueno + DMF	75 : 25	III + I
	14	tricloroetano + diacetona alcohol	75 : 25	III + I
	15	tricloroetano + DMF	50 : 50	III + I
Eliminación de repintes oleosos	16	acetato de etilo + DMF	50 : 50	II + I
	17	isopropanol + amoniaco + agua	90 : 10 : 10	II + I + II
	18	isopropanol + amoniaco + agua	50 : 25 : 25	II + I + II
	19	diclorometano + formiato de etilo + ácido fórmico	50 : 50 : 25	III + II + I
	20	tolueno + isopropanol + agua	50 : 65 : 15	III + II + II
Eliminación de colas o repintes polisacáridos	21	metiletilcetona + agua	25 : 75	II + II
	22	acetato de etilo + THF	5 : 35 : 45	II + I + II
		ácido acético + agua	5 : 95	I + II

con disolventes de la categoría I, es decir, con decapantes (dimetilformamida, diacetona alcohol) de manera que se reblandezca el barniz, que se retira después fácilmente con disolventes menos fuertes. Aunque haya casos en que sean inevitables, los tratamientos generales de toda la superficie de una obra son siempre muy arriesgados. Cuando estos tratamientos comportan además disolventes que pueden tener una acción sobre los materiales pictóricos originales (aglutinantes, lacas coloreadas, colas) el riesgo que se corre se hace injustificable, aún cuando el desbarnizado se realice con rapidez.

Por otro lado, los razonamientos fundados y la experiencia demuestran que las mezclas complicadas, de más de 2 o 3 disolventes, no presentan ninguna ventaja. Es falsa la creencia de que los efectos de éstos se sumen; en la mayoría de los casos pueden, por el contrario, contrarrestarse. Hay que señalar que la complejidad de las interacciones es tal que es imposible intentar una interpretación racional y por tanto prever el efecto de estas mezclas sobre los materiales originales.

¿Qué decir sobre los “enjuagues” o refrescados? Se realizan habitualmente para detener la acción de un disolvente con compuestos poco activos, generalmente de la categoría IV, isooctano, white-spirit, etc.

Aspecto negativo: su utilización introduce una nueva cantidad de disolvente en el cuerpo poroso que constituye la mayoría de obras de arte; hay que esperar además a que se evaporen.

Aspecto positivo: la mezcla se hace menos activa; en los casos más favorables, se puede formar un azeótropo de evaporación más rápida.

Hay que evitar en todo caso la utilización de esencias naturales como la de trementina, la de espliego, etc. Contienen siempre una proporción de compuestos poco volátiles que quedarán retenidos en las capas pictóricas. Estas sustancias dejan la pintura untosa y las partículas de polvo se aglutinan allí durante muchas semanas. Estas esencias tienen tendencia a oxidarse y a polimerizarse, lo que provoca, entre otros efectos, el oscurecimiento de la obra.

Levantamiento de repintes

Las recomendaciones de prudencia hechas para los desbarnizados tienen en este caso una importancia mayor. Es la supervivencia misma de la obra la que puede estar en juego. Eliminar un repinte significa atacar a la materia pictórica, reblandecer o degradar sus aglutinantes. Además, a menudo es necesario eliminar una capa de repinte más resistente que la pintura original. En estos casos, el poder de penetración de los disolventes reviste una importancia capital, sobre todo cuando es necesario tomar la determinación de utilizar los disolventes más peligrosos, los de la categoría I: los decapantes.

Para retirar repintes al óleo, existen dos posibilidades: utilizar disolventes a base de amoniaco (ver Tabla 2), o utilizar disolventes a base de dimetilformamida, de acción más lenta y penetrante.

TABLA 3. Acción de los ácidos y de las bases sobre los materiales pictóricos⁵

MATERIAL PICTÓRICO	COMPONENTES	ÁCIDOS	BASES
Alúmina	Al(OH)3	-	-
Azurita	2 CuCO3.Cu(OH)2	-	+
Barita, blanco estable	BaSO4	+	+
Amarillo de bario	BaCrO4	-	-
Negro de humo	C	+	+
Rojo cadmio	CdS(Se)	- (H2S)	+
Amarillo cadmio	CdS	-	+
Azul cerúleo	CoO.nSnO3	+	+
Cal	CaCO3	-	+
Verde de cromo	CrO4Pb + Fe4[Fe(CN)6]3	- (viraje)	- (viraje)
Rojo de cromo	PbCrO4.Pb(OH)2	-	-
Óxido verde de cromo	Cr2O3	+	+
Cinabrio (bermellón)	HgS	+	+
Azul de cobalto	(CoO.Al2O3)	+	+
Amarillo de cobalto (aureolina)	CoK3(NO2)6.H2O	-	-
Resinado de cobre	sales de cobre de ácidos resinosos	-	-
Verde esmeralda	Cu[C2H3O2]23Cu(AsO2)2	-	-
Yeso	CaSO4.2 H2O	-	-
Índigo	C16H10N2O2		+
Litopón	ZnS + BaSO4		
Malaquita	CuCO3.Cu(OH)2		
Morado de manganeso	(NH4)Mn2(P2O7)2		
Ocres	Fe2O3(H2O)		
Oropimente	As2S3		
Ultramar	aluminosilicato de Na		
Azul de ftalocianina	C32H16N8Cu		
Blanco de plomo	2PbCO3.Pb(OH)2		
Óxido de minio de plomo	Pb3O4		
Azul de Prusia	Fe4[Fe(CN)6]3		
Sílice	SiO2		
Esmalte	Co.K.Al. silicatos		
Siena tostado	Fe2O3.MnO2(H2O)		
Verde de silicatos térreos	Fe.Mg.Al.K silicatos		
Blanco titanio	TiO2		
Verdigris	Cu(C2H3O2)2.2Cu(OH)2		
Blanco de zinc	ZnO		
Colorantes orgánicos en general		viraje de color	viraje de color
Trapos de lino, algodón	celulosa		
Papel, cartón	celulosa		
Gomas (arábicas, adragante)	polisacáridos		
Colas animales - gelatinas	proteínas		
Proteínas de huevo	proteínas		
Caseína	proteínas		
Aceites vegetales	glicéridos		
Resinas naturales	ácidos resinosos		

+: resistente; -: sensible

Hemos eliminado voluntariamente las aminas orgánicas, como la butilamina o la tetiobutilamina. Estas presentan inconvenientes mayores: a su retención larga y elevada, se añade una penetración profunda y una fuerte basicidad e higroscopicidad, lo que las constituyen como disolventes particularmente corrosivos. Además son muy tóxicas.

En los casos en que sea necesario emplear un disolvente alcalino, preferimos utilizar mezclas que contengan amoníaco. Estos disolventes son menos básicos que la mayoría de las aminas orgánicas y su retención es mucho menor. Se sobreentiende que, es necesario previamente asegurarse que los pigmentos presentes no sufrirán daños a causa de la alcalinidad (ver Tabla 3).

Las amidas, por lo general menos básicas que las aminas y que el amoníaco, son de acción más lenta y por norma general consiguen reblandecer los repintes espesos frente a los que el amoníaco es poco eficaz. Hay que evitar, no obstante, las mezclas con formamida, ya que su retención es inaceptable (más de 10% después de 10 días con vuelta al punto inicial después de 40 días).

A veces encontramos repintes a base de proteínas. Las proteínas de huevo y la caseína, sufren con su envejecimiento desnaturalizaciones que las vuelven prácticamente insolubles. Para eliminarlas, es necesario romper los enlaces peptídicos y degradarlas en pequeños fragmentos más fácilmente eliminables. Es-

TABLA 4. Disolventes que no se deben utilizar

DISOLVENTE	INCONVENIENTES PARA EL OBJETO	TOXICIDAD
Esencia de trementina	Retención larga y elevada. Hinchazón de las resinas y de los aceites Atracción y retención de polvo	Eczemas Lesiones renales
Espliego Benceno	idem	? MAC 6 ppm Ataca la médula ósea Muy cancerígeno
Nitroaromáticos		MAC 1 a 5 Anemia, ictericia, cataratas
Tetracloruro de carbono		MAC 10 ppm Lesiones hepáticas y renales
Cloroformo		MAC 10 ppm Problemas hepáticos
Aminas alifáticas (butilamina e isómeros)	Retención larga y elevada - higroscópicos y alcalinos	MAC 5 a 10 ppm Asma, dermatitis
Piridina		MAC 5 ppm Cancerígeno

ta hidrólisis necesita la intervención de un catalizador ácido, que puede a su vez atacar a toda una serie de materiales pictóricos (ver Tabla 3).

En caso de absoluta necesidad, es posible sin embargo utilizar ácidos orgánicos en una mezcla azeótropa muy volátil (ver Tabla 2), lo que limita la penetración y la acción.

Toxicidad

El peligro que presentan los disolventes para los restauradores dependerá no sólo de su toxicidad intrínseca sino también de la manera en que se utilicen. Todos los disolventes son peligrosos si se utilizan en grandes cantidades y/o durante un tiempo prolongado.

Por tanto, se recomienda habituarse a trabajar evitando los contactos cutáneos (utilizar bastoncillos en lugar de bolas de algodón, utilizar guantes) y proteger las vías respiratorias (ventilación, extractores, mascarillas). Las precauciones deben ser proporcionales a las dimensiones del objeto que se trata, es decir, a la cantidad de disolvente en uso. Así la limpieza de pinturas se hará, por tanto, preferiblemente con disolventes poco tóxicos, para la extensión de superficie a tratar (agua desmineralizada + detergente neutro, white spirit, etc).

En nuestra selección (Tabla 2) hemos intentado incluir disolventes lo menos peligrosos posibles. Nos hemos basados en los valores MAC (concentración máxima permitida). Es la concentración media de disolvente en el aire ambiente aplicable por una acción repetida (8 horas por día, 5 días a la semana) durante toda una vida profesional, que no produce efectos tóxicos y que es necesario no sobrepasar⁷. Cuanto más bajo sea este valor, más peligroso es el disolvente. Por lo general, el valor MAC se expresa en parte por millón (ppm) (1 mg/kg, 1 ml/m³, ...).

La mayoría de los disolventes que proponemos a los restauradores tienen una MAC superior a 200 ppm. Sólo hay dos disolventes bastante peligrosos que aún no se han podido reemplazar: el dicloroetano (MAC 50 ppm) y la dimetilformamida (MAC 20 ppm).

Nosotros empleamos el dicloroetano mezclado con metanol para eliminar barnices resinosos envejecidos. Su disolución es rápida y controlable. Ningún otro disolvente clorado menos tóxico da los mismos resultados. Su utilización exige una protección particular de las vías respiratorias: ventilación, extractores, mascarillas, etc.

Debido a su débil volatilidad, la dimetilformamida, por el contrario, penetra principalmente por la piel. Las mucosas son especialmente sensibles a esta sustancia y también el hígado. Por tanto es fundamental evitar cualquier contacto cutáneo y no prolongar la exposición.

CONCLUSIÓN

Parece razonable renunciar a los disolventes que representan riesgos muy altos para el restaurador y/o para el objeto. En la Tabla 4 se incluye una lista no exhaustiva.

La mayoría de los problemas pueden resolverse sin recurrir a estas sustancias tan peligrosas. Es necesario no dejarse seducir por la aparente facilidad de empleo o eficacia que puedan presentar momentáneamente: los daños suelen no ser visibles hasta pasados varios meses. En caso de dificultad es necesario, sin dudar y siempre que sea posible, pedir consejo a un laboratorio especializado.

7. R. LAUWERYS, *Précis de toxicologie industrielle et des intoxications professionnelles*, Gembloux, Duculot, 1972; Deutsche Forschungsgemeinschaft, *Maximum concentrations at the workplace*, report n° XV, 1976, Bonn.