



LA ESCULTURA EN MADERA POLICROMADA
Degradaciones causadas por la inadecuada ejecución
de la técnica, defectos e incompatibilidad de materiales

CARMEN BERMÚDEZ SÁNCHEZ

© Edición, maquetación y diseño de la autora
Dpto. de Escultura. Facultad de Bellas Artes. Universidad de Granada.
Avda. de Andalucía, s/n. 18071 Granada
Foto portada: Stmo. Xto. de la Salud. Parroquia de la Encarnación. Huétor Santillán (Granada)

Depósito Legal: GR-756/01
I.S.B.N.: 84-930366-5-X
Imprime: COPIAS COCA. C/ Gonzalo Gallas, 17. Granada

LA ESCULTURA EN MADERA POLICROMADA
Degradaciones causadas por la inadecuada ejecución de la
técnica, defectos e incompatibilidad de materiales

CARMEN BERMÚDEZ SÁNCHEZ

DEPARTAMENTO DE ESCULTURA
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Granada, 2001

ÍNDICE

Introducción.....	3
EL SOPORTE.....	11
Principales maderas utilizadas en escultura.....	12
La madera: anatomía, estructura y composición.....	14
Propiedades y características de la madera.....	21
Singularidades y defectos de la madera.....	29
Técnicas y materiales del soporte de madera.....	43
La elección del soporte de madera.....	43
La aplicación de tejidos como refuerzo o como parte integrante del propio soporte.....	53
Elección de los tejidos.....	60
TÉCNICAS Y MATERIALES DE LA PREPARACIÓN.....	69
Elección de la preparación.....	69
Capas o estratos de la preparación.....	71
TÉCNICA Y MATERIALES DE LA CAPA DE POLICROMÍA.....	89
Pigmentos.....	95
Propiedades de los pigmentos.....	99
Aglutinantes.....	117
Propiedades de los aglutinantes.....	120
Aplicación, aditivos y diluyentes.....	140
Aditivos.....	149
Diluyentes.....	158

EL BARNIZ.....	163
Elección de la resina.....	165
Elección del vehículo o disolvente.....	173
Aditivos y diluyentes.....	176
Aplicación.....	181
BIBLIOGRAFÍA.....	187

INTRODUCCIÓN

Los materiales, técnicas y procedimientos no están ahí para ser utilizados porque sí. El artista debe conocer y estar familiarizado con los materiales que utiliza, conocer las posibilidades que ofrecen, la forma en que deben ser trabajados, su comportamiento individual y su grado de compatibilidad con los demás materiales constitutivos, con el propósito de realizar esculturas materialmente sanas y asegurar así su perdurabilidad.

Todos los materiales constitutivos de una escultura en madera policromada están sujetos a un proceso de envejecimiento natural dependiendo de su naturaleza, y éste se podrá acelerar, en función de las condiciones físicas a las que estén expuestos, o generar otra serie

de degradaciones añadidas, si no se siguen unas pautas correctas tanto durante los procesos de su elaboración, producción y fabricación - por parte de los productores y fabricantes de los distintos materiales a emplear en una escultura -, como en la ejecución de la obra - por parte del propio artista escultor -. La elaboración de los materiales, su elección, tratamientos previos que cada material deba recibir - caso del secado de la madera, por ejemplo -, incluso el desconocimiento por parte del artista de las características de los materiales que va a emplear, su comportamiento o el eludir las "normas" de ejecución de una técnica y la correcta aplicación de los materiales, pueden ser causa directa de aparición de alteraciones y degradaciones específicas o de la aceleración del deterioro o envejecimiento natural de los mismos; lo que comúnmente se denomina envejecimiento prematuro.

Por lo general, las esculturas se componen de materiales muy diversos, cada uno con un comportamiento específico, pudiendo estar mezclados materiales muy vulnerables o poco resistentes con otros de gran solidez o durabilidad. Así mismo, cada material envejece de una manera determinada, y unos lo hacen lentamente y otros a un ritmo más acelerado, con lo que la degradación o alteración de un material puede entrañar consecuencias negativas para los demás materiales con

los que esté ligado, por lo que la pérdida de uno puede conllevar la pérdida de otro; de ahí que la forma en que los distintos materiales estén asociados también sea de una gran importancia.

Es cierto que en la creación escultórica, como en el resto de la producción artística, existen factores condicionantes - de orden estilístico, corrientes artísticas, formal, constructivo, geográficos, disponibilidad de los materiales, su rendimiento, el presupuesto, ...-; pero hay que reconocer que muchos problemas están derivados de un desconocimiento de la técnica o de los materiales empleados dando lugar a fallos técnicos o procedimientos defectuosos que se traducirán en alteraciones y degradaciones. En definitiva, afectará a la adecuada conservación del material y, en última instancia, a la conservación de la escultura.

Este hecho se pone más de manifiesto en nuestros días, en los que el mercado ofrece una gran cantidad de productos y preparados, unos de dudosa calidad y otros excelentes. El artista tiene mayores posibilidades de elección y emplea simultáneamente procedimientos y técnicas diferentes que pueden llegar a ser absolutamente incompatibles. Eludir nociones como su composición, calidad, efectos

técnicos, durabilidad, estabilidad, compatibilidad, etc., pueden traer o aumentar los riesgos de aparición de degradaciones y alteraciones prematuras que pueden llevar al deterioro y pérdida de la escultura. No por esto llamamos la atención de la utilización o el empleo de procedimientos tradicionales; muy al contrario, cada día nuevos materiales abren puertas aportando nuevas soluciones y otros que pueden complementar a los tradicionales, pero si no se conocen algunas reglas básicas no se utilizarán adecuadamente. Hay que reconocer que en el arte contemporáneo se observa con mucha frecuencia la utilización y aplicación de materiales de estabilidad dudosa o con caducidad a muy corto plazo. El uso de tales componentes por parte del artista puede estar justificado desde el punto de vista de la concepción del arte actual, siempre y cuando sea consciente de ello, pero no podemos negar que esto sigue siendo una causa más que afecta a la conservación y perdurabilidad de la escultura en madera policromada, y de la obra de arte en general. Además, esto no es un problema específico de nuestra época. Las esculturas antiguas, o las actuales realizadas con técnicas tradicionales, también tienen sus defectos. Problemas de diversa índole, - económico, geográfico, o disponibilidad del material, principalmente - impedían al artista emplear determinados materiales

sustituyéndolos por otros menos apropiados. El gusto por la riqueza y ostentación, de lo que también se hacía gala en la escultura, así como la predilección por la belleza, suntuosidad y esplendor de algunos materiales en los que intervenía decisivamente el factor económico era, y es, una influencia determinante en cuanto a la elección de los materiales, buscando sucedáneos de los mismos y sustituyéndolos por otros de menor coste y apariencia similar, lo que también implica menor calidad o mayor riesgo para su conservación. En todas las épocas ha habido necesidad de aligerar tiempo y costos, de ahí que se tienda a infringir algunas normas básicas inherentes al propio material y a la ejecución de una obra de arte escultórica.

"Los riesgos derivados de una técnica defectuosa pueden aumentar a medida que el artista busca el investigar a partir de sus conocimientos y experiencia al ponerlos en práctica sobre una escultura que esté en proceso de realización. Asociar materiales de naturaleza diversa puede favorecer, en principio, la aparición de taras. Es necesario conocer y tener muy claro cuales son las características y comportamientos de estos materiales cuando se encuentran unidos. Cada material reacciona de forma diferente, por ejemplo, a las influencias de los agentes exteriores. Así, podemos

encontrarnos con que dos materiales tengan reacciones completamente opuestas frente a la humedad, pongamos por caso, siendo uno de propiedades hidrófobas y el otro hidrófilo. Estas diferencias en el comportamiento favorecen claramente la degradación prematura, en este caso de la escultura. Gran número de fallos técnicos puede ser imputable a una cierta negligencia del artista a la hora de ejecutar las sucesivas operaciones que deberían llevar a un idóneo acabado de la obra. Acelerando las fases, por ejemplo, se provocarán perturbaciones en los procesos naturales de secado de las distintas capas - éstas, deben secar de dentro afuera comenzando, por tanto, a secar las subyacentes antes de proceder a aplicar las capas superpuestas -. Un proceso de secado inadecuado derivará en inevitables tensiones, bien locales o generales, que originarán craquelados, escamaciones, encogimientos, contracciones o alteraciones en las calidades ópticas. Las esculturas que se han realizado combinando distintas técnicas, rara vez quedan impecables desde el punto de vista técnico. Un examen en profundidad nos podrá revelar defectos técnicos"¹.

¹ MARIJNISSEN, R.H.: *Degradation, Conservation et Restauration de l'Oeuvre d'Art*. Ed. Arcade. Bruxelles, 1967. Pág. 109.

Dicho esto, expongamos a continuación las principales y más significativas causas que pueden ser origen de alteraciones y degradaciones de la escultura en madera policromada debidos a defectos e incompatibilidad de los materiales o por una inadecuada ejecución de la técnica a emplear. Los agruparemos en función del soporte y los distintos estratos de revestimiento, quedando, por tanto, relacionados como sigue:

- . El soporte: Singularidades del soporte. Técnicas y materiales del soporte.

- . La preparación: Técnicas y materiales de la preparación. Elección de la preparación. Capas o estratos de preparación.

- . La policromía: Técnicas y materiales de la capa de policromía. Pigmentos. Aglutinantes. Aditivos. Diluyentes.

- . El barniz: Técnicas y materiales de la capa de barniz.

EL SOPORTE

En tiempos pasados, la elección de la madera para realizar una escultura, dependía de las condiciones económicas, del contrato, de la situación geográfica, la disponibilidad de material, etc.,... En la actualidad, es más fácil disponer de la madera más adecuada. El escultor tiene más posibilidades de elección dependiendo de las características de la obra a realizar, las propiedades o acabados de cada especie de madera o el propio gusto del artista. Con la industrialización se han acelerado los procesos de secado de las maderas, los medios de transporte son más rápidos y se ha facilitado el disponer de cualquier material independientemente del lugar en el que se encuentre. También se han abaratado los costes de la madera, aunque siempre dependiendo de la especie de madera a escoger, de su abundancia y disponibilidad.

En principio, hay varias cuestiones básicas a tener en cuenta a la hora de seleccionar el soporte de madera. En primer lugar, las

necesidades de la propia escultura, así como las propiedades específicas de cada especie maderable. Es, pues, necesario conocer cada una de ellas, así como sus propiedades y características.

Principales maderas utilizadas en escultura

La madera posee una serie de propiedades naturales, variables según la especie, que la hacen más o menos apta para la escultura. Entre las especies de procedencia indígena o autóctonas² que fueron más empleadas en Europa, por razones económicas y geográficas, se distinguen dos categorías de maderas: las *maderas resinosas*, "dulces", blandas y ligeras, debido a su composición celular más simple, y las *maderas frondosas*, de organización celular más compleja y de dureza media o dura, más apropiadas para la escultura.

² Distinguiamos las maderas de procedencia autóctona refiriéndonos a las propias de las regiones templadas de Europa Occidental, para diferenciarlas de las de otras regiones y de las de procedencia exótica - Escandinavia, Africa, América del Norte, zonas tropicales, etc., ... -.

En la distinta bibliografía existente³ acerca de la clasificación de las maderas, ésta se realiza indistintamente, bien como ya se ha mencionado anteriormente, o bien en función de su dureza. Así, las maderas duras serían las correspondientes al grupo de las frondosas, y las maderas blandas, al de las resinosas o coníferas. Entre las especies pertenecientes al grupo de las maderas blandas podríamos citar, entre otras, al pino, cedro, alerce, abeto,... Y dentro del grupo de las maderas duras al ébano, roble, castaño, nogal, haya, olivo, tilo, etc.

Esta clasificación de la madera está realizada en función de su estructura celular.

³ Ver, por ejemplo: UNESCO: *The care of painting: The care of wood penela/ Le traitement des supports en bois*". Museum, vol. VIII. Unesco, 1955. Traducido por la Escuela de Artes Aplicadas a la Restauración - con autorización de la Unesco -. Madrid, 1963; NELSO HORIE, C.: *Materials of conservation*. Butterworths. Londres, 1986; PERAZA ORAMAS, C. y LOPEZ DE ROMA, A.: *Estudio de las principales maderas de Canarias*. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1967; JOHNSTON, D.: *La madera, clases y características*. Ed. Ceac. Barcelona, 1989; CHASTEL, A.: *Principes d'analyse scientifique. La sculpture: Méthode et vocabulaire*. Imprimerie Nationale Editions. Paris, 1990.; E.P.S.: *Tecnología de la madera*. Ed. EDEBÉ. Barcelona, 1988.

La madera: anatomía, estructura y composición

"La madera es uno de los raros materiales cuyas particularidades hacen al mismo tiempo la dificultad de utilización y el interés artístico. Su empleo requiere, y merece, un mejor conocimiento de su estructura íntima, a fin de mejor prever y comprender los comportamientos".

(Yvonne Trenard)⁴

"La madera no es solamente el más bello y más versátil de los materiales de origen natural, sino también uno de los más variables. Varía mucho de una especie a otra, de región a región, de una parte a otra del árbol. La madera resulta afectada por los cambios de temperatura y/o humedad y por los rayos solares. Proporciona alimento y lugar de desarrollo para muchos organismos vivos, especialmente para insectos y hongos. El conocimiento de la naturaleza y de las propiedades de la madera es, desde luego, esencial para todos aquellos que la trabajan y que han de sacar de ella sus máximos frutos"⁵.

⁴ TRENARD, Y.: *Laboratoire d'expertise en objets d'art*. Journées d'études de la SFIIC: *La conservation du bois dans le Patrimoine Culturel*. Besançon-Vesoul, 1990. pág. 8.

⁵ JOHNSTON, D.: *La madera*, ... Op. Cit. pág. 7.

Se llama madera al conjunto de tejidos que forman el tronco, raíces y ramas de los vegetales leñosos, excluyendo lo que se entiende normalmente por corteza. Forma parte de un ser viviente que nace, crece y se desarrolla. Los vegetales leñosos comercialmente maderables pertenecen a los grupos de las *Gimnospermas* y *Angiospermas*, según la ya tradicional clasificación del reino vegetal; y, dentro de éstos, las especies pertenecientes al orden de las coníferas y dicotiledóneas - maderas frondosas -, respectivamente⁶.

Toda madera está constituida por células cuya principal materia estructural es la celulosa, que forma las paredes de las células las cuales quedan reforzadas por la hemicelulosa y la lignina. Si analizamos la proporción aproximada de las diversas materias de las que está compuesta la madera, nos encontramos con las siguientes, variando su proporción y contenido en función de la especie y del orden de vegetales al que pertenece cada madera: Celulosa 50 %, lignina 30 %, resina, almidón, tanino y azúcares 20 %. Éstas se encuentran, a su vez, compuestas por una serie de elementos químicos, a saber: Elementos esenciales en un 90 % y otros elementos 10 %. Al primero pertenecen el carbono en una proporción del 46 %,

⁶ PERAZA ORAMAS, C. y LÓPEZ DE ROMA, A.: *Estudio de las ...* . Op. Cit. págs. 23 y 24.

oxígeno 37,50 %, hidrógeno 5,50 % y ázoe 1 %. Los segundos quedan agrupados en cuerpos simples - fósforo y azufre - y cuerpos minerales - potasa, sodio, litio, alúmina, cal, etc.,... -⁷.

Si realizamos un corte transversal en el tronco de un árbol, podremos estudiar las diferentes partes de las que está constituido. Enumerándolas de fuera a dentro podemos observar:

- . *Corteza*, tejido que recubre al árbol y le sirve de protección, es la capa externa del árbol;

- . *Líber* o cambium, delgada capa de tejido encargada de originar células de madera hacia el centro del árbol y células de corteza hacia fuera;

- . *Albura* o madera joven, dependiendo de la especie, puede llegar a medir hasta unos 75 mm. de espesor; su principal función es la conducción de agua y almacenamiento nutritivo;

⁷ E.P.S.: *Tecnología de la madera*. Op. Cit. pág. 7.

. *Duramen*, madera dura o madera perfecta, constituida por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia;

. *Corazón*, núcleo, meollo o médula, capa esponjosa, poco densa y menos compacta y fuerte que la del duramen, constituye el centro del tronco.

De igual manera, observamos una serie de anillos concéntricos, también llamados anillos medulares o *anillos de crecimiento*. Salvo en las especies tropicales, donde el crecimiento del árbol se produce de manera uniforme durante todo el año, en las zonas templadas, su desarrollo queda restringido a las estaciones de primavera y verano. Las células de madera que se producen en la primavera, dependiendo de cada especie, difieren en medida, forma, color, porosidad y densidad de las producidas en verano - más densas, oscuras, poco porosas, más cortas y con paredes más gruesas -. Esta diferencia en el crecimiento se manifiesta, por su contraste, en el desarrollo de anillos de crecimiento. Varían, como ya hemos comentado, en función de la especie, existiendo mayor o menor contraste en la estructura de las células y los anillos de crecimiento, lo cual puede servirnos para diferenciar unas maderas de otras, junto con los componentes

químicos que existen en los diferentes vegetales leñosos y que le confieren distinta coloración, olor, etc., y la veta o disposición de las fibras que presentan caracteres específicos en cada especie - tamaño, cantidad, etc.,... -⁸.

En la madera, tanto de coníferas como de frondosas, existen dos tipos de tejidos fundamentales: Prosenquimatosos y Parenquimatosos. Los primeros están formados por células alargadas, fusiformes o filiformes, firmemente unidas y de membranas engrosadas en mayor o menor grado, sin contenido protoplasmático o con muy poco. Los segundos están constituidos por células más o menos isodiamétricas, de membranas sutiles, no lignificadas y con protoplasma parietal. A diferencia de los tejidos prosenquimatosos, que tienen como función principal la de ser tejidos de resistencia y de conducción, los tejidos parenquimatosos lo son de almacenamiento y de conducción de hidratos de carbono. Éstos últimos, poseen células relativamente cortas y, como norma general, tienen punteaduras simples.

⁸ Ver: BARBERO GOR, A.: *Sistemas de reproducción de la escultura tallada en madera, su acabado y ornato*. Tesis Doctoral, Granada, 1990. capítulo cuarto; JOHNSTON, D.: *La madera, ...* Op. Cit.; E.P.S.: *Tecnología de la madera*. Op. Cit.; PERAZA ORAMAS, C. y LOPEZ DE ROMA, A.: *Estudio de las ...* Op. Cit.

Los distintos caracteres que pueden ser utilizados para diferenciar la madera de las especies frondosas y coníferas, además de lo especificado anteriormente, los localizaremos a partir de una muestra microscópica, donde observaremos:

1°. Las especies frondosas poseen poros - vasos vistos en sección transversal -, mientras que las maderas de coníferas carecen de ellos - maderas no porosas -.

2°. La disposición radial de las células longitudinales que caracteriza a las coníferas, no existe, o está más o menos disfrazada, en las frondosas.

3°. La estructura de las frondosas es mucho más compleja que la de las coníferas, donde entran muchos tipos de células en su composición.

4°. Las frondosas son más ricas en parénquima que las resinosas, aunque, existen excepciones como en el chopo.

5°. Los radios leñosos de las frondosas son más variables en anchura y altura que los de las resinosas. Éstas últimas suelen tenerlos uniseriados, mientras que las primeras pueden tenerlos uni o multiseriados; siendo éste último un carácter muy utilizado para la identificación de las maderas frondosas⁹.

6°. Las coníferas, la mayoría de sus especies, poseen conductos de resina, que se hallan alineados con las células parenquimatosas y que engendran la resina - maderas resinosas -. Los conductos de resina no suelen estar presentes en las frondosas, si bien pueden hallarse en algunas familias o especies¹⁰.

La anatomía microscópica de la madera, como ya hemos apuntado en varias ocasiones, es característica de cada especie. Para identificarla es necesario observar una muestra en sus tres dimensiones o cortes - tangencial, radial y transversal -, de escasas dimensiones, por comparación con especies conocidas ya

⁹ Ver: JOHNSTON, D.: *La madera, ...* Op. Cit.; PERAZA ORAMAS, C. y LOPEZ DE ROMA, A.: *Estudio de ...* Op. Cit.; E.P.S.: *Tecnología de la madera.* Op. Cit.

¹⁰ JOHNSTON, D.: *La madera...* Op. Cit.

identificadas. La identificación de la especie ayuda, no sólo a conocer técnicas y materiales, sino también para descubrir el origen geográfico de una pieza escultórica o de su soporte. Árboles de especies determinadas, sólo existen en una zona geográfica específica. También, puede ser un elemento, eventualmente, de verificación de su autenticidad¹¹.

Propiedades y características de la madera

Al igual que su anatomía y composición, es fundamental conocer las propiedades y características de la madera, junto con sus defectos, ya que de ello dependerá, en gran medida, el tipo de alteración o degradación que el soporte de la escultura pueda tener, y causar, a su vez, daños en las distintas capas de revestimiento - preparación, policromía, barnices, etc., ... -. De entre todas ellas destacaremos:

¹¹ Ver: SCHWEINGRUBER, F. H.: *Anatomie microscopique du bois*. Ed. F.Flück-Wirth, Teufen, 1990; DECHAMPS, R.: *Comprendre l'anatomie du bois*. Musée Royal de l'Afrique Central, ed. Tervuren, 1971; Journées d'études de la SFIC: *La conservation du bois dans le patrimoine culturel*. Op. Cit. pág. 31.

a. Densidad

Es la relación que existe entre el peso y el volumen. En las maderas hay que distinguir entre la densidad absoluta y la aparente. La primera es sensiblemente constante en la materia leñosa, y es aproximadamente 1'5 veces más que la del agua. La segunda puede variar en función del grado de humedad que contenga en sus huecos libres.

La densidad viene determinada por la existencia de huecos entre las fibras. Las maderas densas, tienen células de paredes gruesas y pequeños huecos dentro y entre éstas. Los volúmenes de los huecos en las maderas ligeras - balsa, por ejemplo - son considerables y las paredes de estas células muy finas. La densidad, en maderas secas, es variable según las especies, puede oscilar entre 0'15 en la madera de balsa, a 0'6 o 0'7 en la del roble, y pueden superar la unidad en muchas especies tropicales.

b. Porosidad

La porosidad viene determinada por la densidad - son características inversamente proporcionales -. Las maderas densas son poco porosas; las maderas ligeras, más porosas. La porosidad varía en función del número de vasos y huecos libres que contenga una madera. La madera muy porosa tiene un fuerte poder higroscópico y, por tanto, es más sensible a las fluctuaciones medioambientales, traduciéndose en movimientos de contracción y dilatación.

Conocer la porosidad de una madera es importante. Cuando se trata de una madera que va a recibir un revestimiento cualquiera o un policromado, la porosidad, junto con la densidad, juegan un papel muy importante. La adhesión o agarre de los distintos materiales que se apliquen en superficie, está condicionada por la porosidad y densidad. Una madera porosa facilitará la adhesión e impregnación de los materiales - sobre todo aquellos con cierta viscosidad, como las colas animales, por ejemplo - y creará una unión tan estrecha que no ofrecerá resistencia a los movimientos de la madera dependientes de las variaciones higrométricas medioambientales. Por el contrario, una madera poco porosa - densa -, no facilitará la adhesión o agarre

mecánico de los productos que se quieran aplicar sobre ella, y presentará una mala permeabilidad en superficie, lo que puede traer consigo una migración del agua de las colas o solventes acuosos - por ejemplo -. En caso de productos poco viscosos, se observa, a menudo, una penetración más profunda en los elementos de pequeño diámetro, como son los vasos o las fibras de la madera.

c. Plasticidad - Elasticidad - Flexibilidad

Por definición, consideramos en este apartado a la capacidad que tiene la madera de poder deformarse en función de la presión, el calor y la humedad a la que esté sometida. Aunque, ninguna madera es lo suficientemente elástica para que, después de ser sometida a una presión, carga o deformación, vuelva a recuperar por completo su forma original ya que, cuanto mayor sea la presión, y mayor la temperatura y humedad ambientales, mayor será el grado de deformación permanente. No obstante, esto mismo - propiedad para dejarse doblar, en sentido de la longitud de sus fibras, sin romperse - puede aprovecharse para devolver la forma primitiva a una tabla o bloque de madera que se haya deformado por cualquier motivo, pero difícilmente a una escultura, máxime si se encuentra policromada, sin

provocarle daños adicionales. Esto es debido, principalmente a que la madera es, entre otros muchos, un material que posee lo que comúnmente se conoce con el término de "*memoria plástica*". Una madera sometida a una deformación permanente, y durante un cierto período de tiempo relativamente largo, puede volver a su posición original mediante la aplicación de calor, humedad y presión. Pero, una vez que estos tres condicionantes dejen de ejercer una influencia sobre ella - sobre todo la presión -, la madera tiende a volver a la deformación que poseía anteriormente. Es por ello necesario que, una vez corregida la deformación, se apliquen sistemas de presión permanentes, que la mantengan en esta nueva, aunque original, situación. En una escultura policromada es complicado aplicar el calor, la humedad y la presión adecuados para devolverla a su estado original, con el consiguiente o consiguientes daños que se le puedan ocasionar durante la operación. Esto se agrava ante la necesidad añadida de tener que adaptarles sistemas de presión permanentes que impidan que de nuevo se produzca la deformación.

d. Anisotropía

Por definición, los materiales anisotrópicos son aquellos que poseen propiedades o reacciones distintas en cada una de sus direcciones. La madera, de propiedades anisotrópicas, tenderá a moverse o reaccionar de forma distinta en cada una de sus direcciones. Reaccionará en todos los sentidos pero de distinta forma - varía en función de la estructura orientada, dirección de las fibras, de la sustancia leñosa -.

Si observamos un bloque de madera, podremos estudiar sus tres dimensiones o cortes principales: tangencial, radial y longitudinal. El primero es una sección perpendicular al plano radial, en la dirección de los anillos anuales. En el segundo, las células se encuentran verticales y paralelas al eje central del árbol, en la dirección de los radios medulares. El tercero es un corte perpendicular al eje, en la misma dirección del eje longitudinal de las células. Sometido el bloque de madera a fluctuaciones en el grado de humedad ambiental, podremos observar cómo reacciona éste en cada una de sus direcciones, con los movimientos de contracción y dilatación:

Con respecto a los movimientos de contracción, en el plano tangencial se observará una retracción que puede variar entre un 8 y un 10 % con respecto a su dimensión original, entre 1'5 y 2 veces mayor que en un plano radial, el cual disminuirá sus dimensiones entre un 3 y un 5 %. En un plano longitudinal, la reacción es prácticamente imperceptible - entre un 0'1 y 0'3 % -. En cuanto a la dilatación, la madera aumenta poco sus dimensiones en dirección al eje longitudinal de las fibras; pero, en sentido perpendicular a ellas, puede llegar a aumentar del orden de un 2'5 a un 6 %¹².

e. Capacidad higroscópica

Es la propiedad, o característica, que posee la madera de absorber o desprender el agua contenida en ella, en función de las condiciones ambientales a las que esté sometida.

La variación de esta cantidad de agua, que lleva consigo la variación del peso y del volumen de la madera, produce lo que comúnmente se conoce como movimientos o "*juego de la madera*".

¹² JOHNSTON, D.: *La madera*. Op. Cit. Pág. 18 y NUTSCH, W.: *Tecnología de la madera Op. Cit. Pág. 35*.

La madera conserva, normalmente, de un 20 a un 30 % de agua en sus fibras - agua de impregnación -; contenido acuoso éste que varía de una especie a otra. En función de la humedad y la temperatura ambientales, ella misma se ajusta al cambio dependiendo de ambas variables. Con una humedad ambiental baja, la madera desprende su agua de impregnación. Pasando su punto de saturación, por debajo del 20 - 15 % aproximadamente, ésta comienza a secarse. Por evaporación del agua de impregnación, las células disminuyen de volumen y la madera experimenta una contracción - movimientos de retracción -.

Por el contrario, cuando el grado de humedad ambiental es mayor que el de la madera, ésta absorbe agua. Superando el punto de saturación de sus fibras, comienza a acumular agua, tanto en las células, que se hinchan, como en los huecos libres - agua libre -, aumentando de volumen y dando lugar a movimientos de dilatación - turgencia -.

El agua circula en el interior de la madera en todos los sentidos y direcciones. La velocidad de penetración y circulación - según ley de vasos comunicantes - dependerá de la especie de madera de que se trate, su densidad, dureza, porosidad y del tipo de revestimientos que

ésta posea - barnices, ceras, policromados, ... -; así mismo, también dependerá de la diferencia de presión existente entre el exterior y el interior de la madera, y de la temperatura y humedad relativa del medio ambiente que la rodee.

Singularidades y defectos de la madera

Relacionamos en este apartado todas aquellas particularidades que, bien por su singularidad o por estar consideradas como defectos de la propia constitución de la madera, pueden ser posibles causas de una futura alteración o degradación de la escultura.

Entre los considerados como defectos de la propia constitución de la madera, se encuentran incluidas las bolsas de resina, fibras reviradas, maderas de reacción - de compresión y de tensión -, grietas y fendas, grano irregular,... y, en definitiva, aquellos que son causa de una estructura anormal y que tienen su origen durante el proceso de crecimiento y desarrollo del árbol en pie. Otros son propios de él, como los nudos; también mencionar las particularidades de maderas

consideradas normales y que pueden influir en una buena conservación de la futura obra escultórica.

Así mismo, referiremos los defectos causados por un inadecuado proceso de secado, y que también originan alteraciones en la madera.

a. Nudos

Tienen su origen en la formación de ramas. Son zonas más duras que el resto de la madera y de menor resistencia. A medida que se va desarrollando el tronco de un árbol, el nacimiento de las ramas se le va incluyendo, dando lugar a los nudos en la madera.

En tanto que las ramas tienen vida, los nudos forman parte estructural del tronco. Son los llamados *nudos vivos*, procedentes bien de ramas que se cortaron cuando el árbol se encontraba en pleno desarrollo y que se cubrieron de tejido nuevo, o del principio de ramas existentes en el momento de talarlo y trocearlo. Estos nudos están fuertemente adheridos a la madera que los rodea, tienen un tinte claro y, si son grandes, tienen tendencia a agrietarse al secar.

Cuando las ramas de un árbol en pie mueren, la madera de esta zona también muere y, así, queda incluida en el tronco. Ya no guardan ninguna relación estructural con los tejidos que las rodean. Son los llamados *nudos muertos*. Tienen una gran dureza y no suelen estar unidos a la madera que los rodea, de ahí que puedan llegar a saltar. Son de un tinte oscuro, por lo que también se les conoce como nudos negros. En las coníferas, los nudos muertos tienen mayor tendencia a desprenderse, después de que el árbol haya sido talado y troceado. En cambio, en las maderas de especies frondosas, en lugar de caer, tienen mayor inclinación a pudrirse. En éstas últimas, las frondosas, los nudos muertos son más raros de encontrar.

Cuando en una especie resinosa se corta una rama, mientras el árbol aún está en pie, ésta segrega mucha resina para preservar al árbol de posibles ataques o enfermedades y, en último extremo, de la podredumbre. En ocasiones, junto al nudo, o envolviéndolo, se forman bolsas de resina que quedan recubiertas de tejido nuevo y permanecen en el interior del tronco. Con el tiempo, estos nudos llegan a exudar la resina. Son los llamados *nudos resinosos*. Su presencia en la escultura puede ocasionar exudaciones que manchen y alteren las distintas capas que puedan quedar impregnadas. Por su carácter gomoso atraerá

polvo y suciedad de todo tipo que quedará adherida a esta sustancia; así mismo, por su naturaleza y composición, de origen orgánico, podrá ser un buen foco de atracción de ataques biológicos.

Los nudos - secciones de las ramas que se hallan incluidas dentro del tronco - pueden ocasionar un grano irregular - fibras irregulares - y disminuir la resistencia de la madera. Éstos tienen tendencia a agrietarse y provocar tensiones - al ser de madera más dura y compacta que la que les rodea -, pudiendo ser causa de grietas y deformaciones en una escultura debido, también, a la irregular repartición de humedad en el interior de la madera.

Cuanto mayor sea la cantidad de nudos en una madera, menor resistencia tendrá ésta, y será considerada de peor calidad.

Si la madera presenta nudos, conociendo los distintos deterioros y alteraciones que éstos pueden ocasionar, es necesario eliminarlos previamente al tallado de la madera, o una vez tallada ésta con antelación a la aplicación de las sucesivas capas de revestimiento, según gusto del artista escultor. Posteriormente se rellena el hueco dejado por el nudo según distintos procedimientos - a base de masillas

de cola y yeso, estopas y colas, otros fragmentos de madera y adhesivo, etc., ... -. En ocasiones, el tratamiento de los nudos se reduce a la aplicación de telas encoladas, sin proceder a su eliminación, simplemente para evitar que se muevan y puedan afectar a las capas superpuestas¹³.

La disposición de los nudos nos puede ayudar a reconocer el tipo de madera ya que éstos se forman siguiendo una ordenación peculiar según la madera sea de una especie frondosa o conífera. En la primera, los nudos se sitúan formando una línea quebrada. En cambio, en las coníferas, siguen una disposición en línea horizontal.

b. Fibras reviradas - grano irregular -

Generalmente, las células producidas por el *cambium*, se hayan dispuestas paralelamente al eje principal del tronco. Pero, hay ocasiones en que, debido a tensiones y otras circunstancias como, por ejemplo, la presencia de nudos, las fibras crecen de forma irregular,

¹³ Ver en ACTAS *Primer Simposio Nacional de Imagenía*. Sevilla, noviembre de 1994. Ed. Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Bellas Artes y Profesores de Dibujo de Andalucía. Sevilla, 1994, la ponencia: MIÑARRO LOPEZ, J. M.: *Escultura e Imagenía policroma, principios y procesos: Preparación del soporte y los procedimientos pictóricos*. págs. 22 y ss.

bien en espiral, entrelazadas, nudosas, etc.,... Su desventaja radica, principalmente, en la diferencia de contenido acuoso y, por tanto, en la deformación, al estar descompensadas las tensiones. Son puntos o zonas débiles en la madera, por lo que un golpe, o el propio juego de la madera, puede ocasionar que ésta se abra por dicha zona. También su existencia puede estar causada por el crecimiento de unos tejidos que, en una determinada zona, es más rápido que en el resto, haciéndolo de forma desordenada. Esta parte de la madera, suele tener menor resistencia y, cuando rompe, lo suele hacer siguiendo la superficie de separación de unas fibras y otras - entre fibras de crecimiento normal y fibras anormales -. Es, por tanto, aconsejable que, a la hora de escoger la madera, tengamos esto en cuenta para desechar aquellas piezas que presenten este tipo de irregularidad.

c. Maderas de reacción

Los troncos que no han crecido verticalmente, y las ramas, originan la madera reactiva o de reacción. En las especies coníferas, la madera reactiva se produce en la cara inferior del tronco inclinado, y se conoce con el nombre de *madera de compresión*, en tanto que en

las frondosas se produce en la cara superior y es conocida como *madera de tensión*.

La madera reactiva posee unas peculiaridades de resistencia distintas de la madera normal. "*Durante el proceso de secado de estas maderas, se observa que la de compresión es más fuerte en compresión pero más débil en tensión*"¹⁴; por el contrario, la madera de tensión es más débil en compresión y más fuerte en tensión.

Una indicación, casi segura, de probable presencia de madera de reacción, es un desarrollo excéntrico notable de los anillos de crecimiento, observados cuando realizamos un corte transversal al tronco.

Tanto maderas de tensión, como de compresión, producen contracciones y movimientos diferentes ocasionando zonas de desequilibrio. Contrariamente a la madera normal, la de reacción tiene un gran encogimiento longitudinal, pudiendo causar deformaciones. La madera de este tipo es muy versátil e imprevisible.

¹⁴ JOHNSTON, D.: *La madera ...* Op. Cit. Pág.26.

d. Grietas

Se conocen con distintos términos las alteraciones o defectos que, por cualquier causa, pueden originar el que una madera se abra. Según la forma o modo de abrirse, estas grietas tienen una denominación determinada, conocida así tanto en el gremio de los escultores como en el de la carpintería. Todas ellas, como se indica en el apartado en que este epígrafe está incluido, corresponden a distintos defectos de la madera, y son de origen natural. Hay que tenerlos en cuenta, tanto a la hora de elegir una madera para trabajarla, como una vez realizada la escultura y es necesario intervenir en ella, ya que estos defectos, según su procedencia, pueden causar deterioros.

Cuando una grieta se produce por separación de dos capas concéntricas sucesivas de fibra leñosa, se conoce con las denominaciones de *colainas*, *acebolladuras* o *rodajas*. *"No suelen tener importancia. Pero hay que tener en cuenta que, en algunos casos, estas colainas pueden llegar a ocasionar una separación total de las capas. Este defecto no es visible estando el árbol en pie. A veces no es visible hasta después del secado de la madera y de su troceado. Suele producirse por efecto de las heladas y se da más*

fácilmente en los troncos ricos en tanino, como los del castaño y la encina"¹⁵.

Otro tipo de grietas son las que se producen de dentro hacia fuera, originadas en el corazón del tronco, sin llegar a la corteza. Se conocen como *patas de gallo* y pueden estar originadas, bien por una desecación muy rápida o bien son un indicio de pudrición. Pueden formarse cuando el árbol está aún en pie o después de su tala.

Las *hendiduras o fendas* se manifiestan en un árbol como consecuencia de una contracción o del secado. Éstas parten desde la corteza hacia el corazón, de manera perpendicular a las fibras de la madera, estrechándose conforme se acercan a la médula. En un árbol en pie pueden estar originadas por la acción demasiado fuerte del sol, la sequía o fríos excesivos. En una madera troceada se producen por efecto de un cambio brusco de temperatura y humedad - alta temperatura y humedad baja -, o por un proceso de secado muy rápido. Se suelen distinguir entre aquellas que no se extienden con

¹⁵ E.P.S.: *Tecnología de la madera*. Op. Cit. Pág. 38.

profundidad, las llamadas *rajas*¹⁶, y las fendas propiamente dichas que pueden llegar a atravesar de un lado a otro un tronco.

e. Defectos de secado

*"Abatido y troceado un árbol, éste aún no está en condiciones de aprovecharlo debido a la gran cantidad de humedad que poseen los vasos y que empapa las fibras. La presencia de la savia que lleva materiales solubles, susceptibles de fermentar, es una de las principales causas de deterioro y alteración de la madera"*¹⁷. Es por lo que, con anterioridad a su utilización, es necesario aplicar un *tratamiento de desaviación y secado en la madera* - también llamado proceso de curado de la madera -. Un proceso adecuado permitirá que la madera alcance un contenido en agua similar al del medio ambiente, con lo que el juego de la madera quedará reducido y disminuirá la distorsión y combado que puede producirse si no se mantiene de forma conveniente mientras se procede a su desecación. Así mismo, se reducirá la posibilidad de un ataque de hongos o de insectos, se incrementará la resistencia de la madera y estará mejor acondicionada

¹⁶ JOHNSTON, D.: *La madera...* Op. Cit. Pág. 38.

¹⁷ E.P.S.: *Tecnología de la madera*. Op. Cit. Pág. 55.

para ser encolada y recibir los distintos acabados - revestimientos de barnices, lacas o policromados -.

El primer paso, consistirá, pues, en eliminar el contenido de savia de la madera. La savia es una sustancia soluble en agua, por lo que este proceso se realiza bien por inmersión del tronco en agua corriente durante varios meses, según el sistema tradicional, o bien se forzará éste por medios técnicos que acelerarán el proceso, ahorrando tiempo y costes. Entre estos últimos sistemas podríamos mencionar la desaviación mediante vapor de agua, con aire caliente o por calentamiento eléctrico. Defectos ocasionados por aceleración o inadecuado proceso de desaviación, propiciarán ataques de insectos, hongos, e, incluso, la pudrición.

Posteriormente, la madera se someterá a un secado para eliminar el exceso de humedad, tanto la original del árbol en pie, como la añadida durante el proceso de desaviación. También este tratamiento puede realizarse de forma tradicional, natural, o acelerando el proceso con medios técnicos. El proceso de secado natural es el más sencillo y de mejores resultados, pero tiene el inconveniente de exigir mucho tiempo, moviliza capitales importantes

y precisa de mucho espacio. La madera, con este proceso, tarda un promedio de cuatro años en secarse y requiere unas condiciones adecuadas de apilamiento y almacenamiento; las maderas, deben estar separadas unas de otras y, durante un primer secado, deben moverse con frecuencia. Con los procesos de aceleración de secado por medios artificiales el tiempo puede reducirse a varios meses, incluso semanas.

Durante el proceso de desaviación y secado de la madera, ésta sufre un sucesivo aumento de volumen y posterior contracción. El primero es debido al proceso de aplicación de humedad con el propósito de eliminar la savia. *"Expuestas las maderas al vapor, por ejemplo, éstas pueden aumentar entre un 15 y un 20 % de peso. Sumergidas en agua, las maderas duras experimentan un aumento de volumen entre un 60 y un 120 %; mientras las blandas lo hacen entre un 100 y un 150 % llegando, incluso, hasta un 200 %. Posteriormente, con el proceso de secado, la madera sufre una disminución de peso y de volumen - en término medio un 45 % -, con contracciones periféricas de 6 a 10 % y contracciones axiales de un 0,1 %"*¹⁸. Es durante el proceso de secado, cuando la madera se deforma y agrieta si no se ponen los medios adecuados. Las contracciones no se

¹⁸ E.P.S.: *Tecnología de la madera*. Op. Cit. Pág. 62.

producen uniformemente debido a que el contenido de humedad varía a lo largo del tronco. Siendo la parte periférica o externa mucho más porosa, ésta sufre una contracción mucho mayor que en la parte del corazón. Esta contracción desigual puede producir deformaciones y grietas. Es de tener también en cuenta que la madera debe secar de dentro afuera y eliminar el agua de forma gradual y progresiva. Habría que mencionar aquí, no sólo las maderas con estructura anormal, maderas de compresión y maderas de tensión, en las que las contracciones diferentes ocasionan zonas de desequilibrio; de igual modo, esto puede ocurrir en maderas de estructuras normales, como en la madera del corazón y en la albura. La primera comprende los diez o veinte primeros anillos del centro del árbol, está compuesta de fibras más cortas y cuyas fibrillas tienen un ángulo mayor, con lo que experimenta una contracción acentuada. La presencia de albura se hace sentir más durante el proceso de secado, ya que representa una reserva de agua importante en relación con la madera perfecta central. Las tensiones de crecimiento que existen en los árboles en pie, representan a veces fuerzas considerables que no se liberan inmediatamente, y que provocan grietas o fendas durante el proceso de curado de la madera, imputadas injustamente a una contracción. La existencia de estos defectos puede dar lugar a tratamientos de

impregnación en agua como así se especifica en los textos acerca del tratamiento que debe seguirse con los efectos de una contracción. Por último, mencionar que, cuestiones económicas y de ahorro de tiempo, pueden forzar y acortar el secado de tal manera que puede darse el caso de encontrarnos con maderas que no han completado este proceso, por lo que puede ocurrir que éste continúe mientras realizamos la escultura y prosiga después de su ejecución, apareciendo grietas y deformaciones que se pueden acentuar por el cambio de las condiciones de temperatura y humedad ambientales.

El equilibrio del contenido acuoso se alcanza más rápidamente en la superficie que en el interior de la madera. Cambios bruscos en el grado higrométrico pueden ocasionar tensiones. También indicar que, sucesivos y constantes cambios en el grado higrométrico, que generan, a su vez, continuos movimientos de contracción y dilatación, hacen que las maderas se resquebrajen a causa de la fatiga - las maderas de las zonas templadas son, relativamente, más resistentes a la fatiga y, por tanto, a la rotura -.

Técnicas y materiales del soporte de madera

La elección del soporte de madera

Hasta ahora, nos hemos ocupado de estudiar las distintas propiedades, estructura y características de la madera con el propósito de conocer mejor el material. El estudio de todo lo anteriormente expuesto nos ayudará a entender sus distintos comportamientos y reacciones para, de este modo, prever alteraciones y deterioros, colaborando, al mismo tiempo, a una mejor y más adecuada conservación de la escultura en madera.

Pero esto no es todo. Un estudio de los distintos medios de tratar y preparar el soporte de madera para recibir las sucesivas capas de revestimiento, también es necesario para entender mejor el comportamiento de la futura escultura polícroma. Es necesario conocer cómo se ha trabajado la madera a lo largo de la historia, los tipos de ensamblaje utilizados para conseguir obtener esculturas de gran volumen, los sistemas de refuerzo, añadidos, etc. ... De todo esto, nos vamos a ocupar a continuación.

Con todo lo anteriormente expuesto, podemos deducir, por eliminación, el modo más idóneo de escoger una madera adecuada para realizar una escultura policromada. La escogeremos, de entre las maderas y especies más adecuadas en cada caso, y a gusto del artista teniendo en cuenta lo que a continuación se expone que, al mismo tiempo, servirá de referencia al futuro conservador-restaurador para que tenga suficiente capacidad como para determinar, de entre las posibles causas que pueden originar las distintas alteraciones y degradaciones en una escultura, aquellas que pueden tener su origen en un comportamiento no idóneo de los materiales que la integran, aquellas que pueden tener su origen en el momento de seleccionar, aplicar y poner los medios para crear la obra de arte escultórica.

En primer lugar, la madera que se ha de utilizar deberá estar bien curada y seca - preferentemente que seque al aire, siempre protegida del sol y la lluvia directos, durante, al menos, un año por cada 25 mm. de grosor de cada bloque de madera¹⁹ -, libre de aquellos defectos que puedan ocasionar posibles deterioros a la escultura como son las maderas de reacción, fibras reviradas o grano irregular, grietas, nudos, etc., ...; evitando, así mismo, escoger maderas con

¹⁹ JOHNSTON, D.: *La madera, clases y características*. Op. Cit. *El secado*, pág. 145.

deformaciones ocasionadas durante el proceso de secado. En ocasiones, si se va a trabajar un bloque de madera demasiado grande, es preferible un previo troceado para proceder posteriormente al encolado de los distintos fragmentos, una vez se haya dejado un tiempo prudencial para que cada uno de ellos termine de secar totalmente ya que, es posible, que un bloque grande no haya completado su proceso de secado íntegramente y de manera uniforme.

Siempre que se necesiten añadir fragmentos o construir un bloque a modo de embón, deberemos escoger maderas de la misma especie y características, a ser posible taladas, troceadas y puestas a secar al mismo tiempo. Cada especie posee una determinada densidad, porosidad, sensibilidad y reacción a las fluctuaciones medioambientales, ... que pueden traducirse, en caso de que no se procediera correctamente, en distintos tipos de reacciones, envejecimientos naturales desiguales, movimientos de contracción y dilatación no homogéneos, que provocarán tensiones a corto, medio o largo plazo repercutiendo en la conservación de la escultura. Podrán ocasionar desencolados y separaciones de las distintas piezas, deformaciones, y desprendimientos tanto de uno o varios fragmentos del bloque, como de las capas de revestimiento, principalmente. Esto

podrá ocasionar deterioros o alteraciones repartidas de forma desigual y reacciones de los materiales de revestimiento de manera no uniforme y de forma local, dependiendo de los distintos tipos de madera de los que esté constituido el bloque, observándose, por ejemplo, craquelados desiguales, pérdidas totales de policromía en unas zonas mientras en otras continúan un envejecimiento normal. Dado que pueden existir maderas con mayor y menor porosidad, sobre éstas últimas se observarán pérdidas de adhesión de las capas de preparación locales, abolsados, etc.,..., que repercutirán estéticamente sobre la obra y dificultará futuros tratamientos tanto de los distintos estratos como del propio soporte, ya que cada madera y las distintas capas de revestimiento, tendrán diferentes alteraciones y degradaciones y, en definitiva, un tipo de envejecimiento distinto dentro de una misma escultura. El no tener todo esto en cuenta a la hora de añadir un solo fragmento, también podrá repercutir sobre la integridad de la obra, aunque dependiendo del tamaño y localización del mismo, llegando a provocar desde el desprendimiento y pérdida de éste, hasta que sea este mismo fragmento el causante de distintos deterioros al resto de la escultura.

Las maderas, en función de su densidad, experimentan distintos tipos de reacciones de contracción y dilatación. Así, las maderas más duras y de mayor densidad experimentan menores movimientos en este sentido; de igual modo ocurre en un mismo tronco de madera. El corazón de ésta, de mayor densidad y dureza, experimenta menor movimiento, pero se traduce en mayores tensiones en la madera que lo recubre - pequeñas contracciones en el centro del tronco, se traducen en grandes grietas en su superficie -. A lo largo de la historia, esto es algo que se ha considerado y es por lo que podemos observar como un gran número de esculturas han sido ahuecadas al saberse que las maderas sometidas a un proceso de ahuecado tienden a moverse menos. Por el contrario, también hay escultores que consideran oportuno realizar el tratamiento a la inversa; hacen sus esculturas con la madera más cercana al corazón, eliminando las capas de madera superficiales, ya que también es sabido que la madera más dura y densa se conserva mejor y que, además, esta zona posee menor cantidad de sustancias nutritivas y es menos atacable por insectos xilófagos.

Cuando se deban unir varios fragmentos de madera - construcción de un embón -, se deberá tener en cuenta que las distintas

uniones y ensambles habrán de realizarse colocándolos de manera que las fibras queden encontradas, es decir, no lleven la misma dirección; de este modo se podrán evitar y contrarrestar algunas tensiones. En lo referente a las colas a emplear en estas uniones es preferible recurrir a los adhesivos sintéticos, de mayor estabilidad que los de origen natural, si bien muchas esculturas que han llegado hasta nuestros días, lo han hecho en un estado de conservación bastante aceptable, y en muchos casos excepcional, habiéndose utilizado colas naturales. En caso de que éstas últimas sean las escogidas, habrá de tenerse en cuenta su fácil degradación, alteración y descomposición - en condiciones medioambientales poco idóneas se acelera su proceso de envejecimiento -, así como la necesidad de añadirle un insecticida o fungicida adecuado para evitar y prevenir posibles futuros ataques biológicos.

En cuanto al sistema más adecuado para proceder a ensamblar los distintos fragmentos que van a componer una escultura, es necesario conocer todos y cada uno de ellos, al menos los principales y más usuales, para poder determinar en cada caso cual es el más correcto o adecuado a las necesidades del escultor y de la obra en

cuestión; así como las características, ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

Los ensambles y uniones más utilizados en escultura son los llamados *ensambles de acoplamientos*²⁰, éstos también se denominan uniones de madera viva, uniones al hilo, con juntura lisa o de superposición, conocidas, así mismo, como "*pegas de bofetón*"²¹. Consisten en ensamblar distintas piezas de madera por simple contacto entre ellas empleando un adhesivo, natural o sintético. Casi todos los ensambles o bloques de madera en los que se ha empleado este tipo de unión a lo largo de la historia, han tenido buenos resultados. Su mayor peligro radica en la escasa consistencia que éstos pueden tener a la hora de experimentar fuertes o bruscos movimientos, que se reflejarán en separaciones de piezas con mayor facilidad que en aquellas otras ensambladuras con mayor superficie de contacto o refuerzos adicionales. Es por lo que en ocasiones, las más frecuentes, se empleen estos sistemas de refuerzo, como espigas o pernos y

²⁰ ACTAS *Primer Simposio Nacional de Imagenaría*. Ed. Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Bellas Artes y Profesores de Dibujo de Andalucía. Sevilla, 1994: MIÑARRO LOPEZ, J. M.: *Escultura e Imagenaría policroma, principios y procesos*; págs. 18 y ss.: *La preparación de la madera: el embón*.

²¹ BARBERO GOR, A.: *Sistemas de reproducción de la escultura tallada en madera, su acabado y ornato*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada, 1990. pág. 126.

clavos, tanto redondos como cuadrados lo que impide, en cierta medida, que estas piezas se separen, deformen o muevan.

Otros ensambles empleados comúnmente en escultura son los llamados *ensambles de empalme*, tanto de compresión como de tracción. Estos se utilizan cuando los planos de unión pueden resultar poco estables o se requieren técnicas y cortes especiales para poder transmitir y resistir fuerzas de compresión y de tracción. A la hora de acoplar piezas de madera hay que atender a sus dilataciones y contracciones debidas a humedad, sequedad, ..., y observar los puntos que deben resistir mayores esfuerzos, para no debilitarlos con una unión inadecuada. Estos ensambles pueden ser de diversos tipos: a media madera, a caja y espiga, mediante llaves, redientes o cremallera²², y aplicando otros sistemas de refuerzo postizos, como lengüetas, colas de milano o lazos, espigas, etc., La cuestión vital en todas ellas es la colocación correcta de las distintas piezas, de manera que los costeros estén orientados con respecto a la dirección de los anillos, si se trata de madera interna o externa, albura y

²² Para mayor información acerca de los distintos tipos de uniones y ensambles consultar, por ejemplo: ACTAS *Primer Simposio Nacional de Imaginería*. Op. Cit. págs. 18 y ss.; BARBERO GOR, A.: *Sistemas de reproducción* Op. Cit. págs. 111 - 136: *Construcción de los ensambles*; E.P.S.: *La madera*. Op. Cit. Págs. 112 - 132: *Acoplamiento y ensambles*.

duramen, ... El embón tiene que ser un bloque estable y suficiente para el tamaño, forma y movimiento de la escultura a tallar sobre éste.

Tanto en un tipo de ensambles como en otro, se tiende a realizar el embón ensamblándolo en hueco, o ahuecándolo posteriormente para, de este modo, conferirle mayor estabilidad.

En cuanto a la existencia de nudos, ya se ha comentado en párrafos anteriores los inconvenientes y, en definitiva, la repercusión que la presencia de éstos puede tener en la conservación de la escultura. Recordaremos que, al menos, a la larga éstos dejarán su marca en los distintos estratos de preparación y policromía, pudiendo llegar a desprenderse, con la consiguiente pérdida de las capas superpuestas, agrietarse o exudar resinas. Es, por tanto, adecuado prever que la madera a escoger esté exenta de nudos, al menos tener el menor número posible de ellos. Y, aún así, es recomendable proceder a la eliminación de los mismos antes de la aplicación de las capas de preparación. Hay varias maneras de realizar este proceso. En algunos casos, dependiendo de la experiencia y preferencia del propio escultor, el tratamiento a aplicar sobre los nudos consiste en quemarlos, aplicarles alguna resina o solución casera, darles una mano de ajicola -

giscola²³ - o empaparlos con una disolución de silicato de potasa, entre otros. A partir de aquí, hay quien opta por dejarlos y quien, haciendo lo que se considera más correcto, desde el punto de vista de la conservación, procede a eliminarlos todos. El sistema de rellenar el hueco que el nudo ha dejado en la madera también puede ser realizado según varias opciones. Cennini, por ejemplo, recomienda rellenar los huecos con serrín aglutinado con cola de piel²⁴, y ésta es una de las opciones que se sigue utilizando en la actualidad. Otras soluciones consisten en aplicar gesso, serrín y la cola sintética, o cubrir a base de estopa y cola o ajicola o aplicar pequeños fragmentos de madera adaptados a las dimensiones del hueco, bien en varios fragmentos o bien en una sola pieza. En algunos casos, incluso, he observado como en alguna escultura, concretamente realizadas a principios de este siglo, se adapta el hueco del nudo en formas y dimensiones para adaptar más fácilmente un fragmento cúbico, rectangular e, incluso, para aplicar un pequeño injerto a modo de lazo, similar al utilizado como sistema de refuerzo.

²³ PACHECO, F.: *El arte de la pintura*. Ed. Cátedra. Madrid, 1990. *La giscola*, pág. 505.

²⁴ CENNINI, C.: *El libro del arte*. Col. Fuentes de arte nº 5. Ed. Akal. Capítulo CXIII, pág. 153.

La aplicación de tejidos como refuerzo o como parte integrante del propio soporte

Es corriente que las esculturas realizadas en madera policromada presenten determinadas zonas o fragmentos con piezas textiles.

Por lo general, las uniones y ensambles de los distintos bloques de madera que conforman el soporte eran, y son, reforzados con tiras de tela adheridas y superpuestas sobre ambas piezas de madera y a lo largo de toda la unión, quedando el ancho de este refuerzo y el tipo de tejido a elección del propio artista escultor. Esta presencia de tejidos en el soporte de la escultura policromada tiene una doble función; por un lado refuerzan uniones; por otro, amortiguan los movimientos del propio soporte de madera, evitando que éstas queden reflejadas con el tiempo en las capas de revestimiento superpuestas de la futura escultura acabada.

En ocasiones, aquellas esculturas cuyo soporte está constituido por un número considerable de piezas de madera, en lugar de aplicar multitud de fragmentos de tejido para reforzar las distintas uniones, se

opta por entelar completamente todo el bloque de madera ya tallado. Esto podría tener otras consecuencias sobre la futura escultura. En principio, una escultura entelada íntegramente facilita la adhesión de las distintas capas de preparación que va a recibir y conforma un bloque más compacto y de mayor consistencia, contribuyendo a mantener mayor tiempo las distintas piezas de madera en su ubicación original²⁵. Por otro lado, el hecho de entelar el soporte de madera tallado puede dar pie para encubrir posibles defectos o mala calidad de la madera.

En otros casos, la falta de madera, la poca destreza del escultor o por ahorrar en tiempo y economía, se recurre a telas que, convenientemente preparadas, sustituyen a la madera sobre todo en las zonas correspondientes a pliegues y detalles de ropajes y vestimentas. En aquellas zonas donde la minuciosidad para tallar la madera requiere mucha habilidad, dominio de los materiales, destreza, paciencia y especial cuidado en zonas difíciles de acceder para ser talladas y una habilidad especial para resaltar la caída, pliegues, movimientos y prestancia del tejido que se quiere imitar, acentuando

²⁵ El recurso del entelado total o parcial - solo en las uniones de maderas - se utiliza igualmente cuando se preparan las tablas que van a servir como soporte de pintura, de donde se ha adoptado para la escultura.

su realismo; recurso, éste que viene siendo muy utilizado ya desde el siglo XVIII, como medio o recurso auxiliar de acabado.

Independientemente del motivo que lleve al escultor a recurrir a la integración de tejidos en el soporte de la escultura, éstos favorecerán, en principio, una mejor adhesión de las distintas capas de preparación. El tejido puede amortiguar o atenuar los movimientos del soporte, por efecto de los cambios higrométricos medioambientales, sobre las distintas capas de revestimiento y evita que las distintas uniones de maderas que conforman el soporte queden marcadas sobre las mismas.

En cualquiera de los casos en los que se determine utilizar o recurrir a una tela, de igual manera que es necesario conocer la madera, sus propiedades, características y comportamiento, también lo es en lo referente al tejido, ya que va a formar parte de la escultura y será, así mismo, determinante a la hora de favorecer, o no, posibles y futuros deterioros y/o alteraciones.

A la hora de escoger la tela que va a formar parte constitutiva de un soporte para crear una escultura, es necesario conocer qué tipo

de alteraciones puede sufrir, cómo van a influir estos deterioros o alteraciones sobre los demás componentes de la escultura y cómo estos materiales integrantes van a colaborar en los posibles deterioros del propio tejido.

Partiendo de la base de una mejor estabilidad y durabilidad de los tejidos sintéticos que hoy día pueden utilizarse a la hora de crear una escultura, nos centraremos sólo en aquellos que son más susceptibles de degradarse; es decir, los tejidos de origen natural.

Las fibras naturales actúan igual que la madera ante la humedad. La fibra es un material muy poroso e higroscópico aumentando de volumen y, por tanto, también de peso, al absorber agua y, de igual modo que ocurre con la madera, cediendo el agua retenida en sus fibras cuando el grado de humedad ambiental disminuye. Como ocurre con la madera, cuanto más vieja y "fatigada" esté la tela, menos reaccionará ante los cambios en el grado higrométrico ambiental. También influye la trama y espesor del tejido: cuanto más gruesa es la trama, mayor cantidad de humedad absorbe; aunque también es cierto que al ir protegida por las distintas capas de revestimiento de la escultura - preparación, policromía y barnices -

menos cantidad de humedad absorbe al actuar estas capas como barrera, impidiendo o reduciendo la cantidad de humedad que las atraviesa y, por tanto, el tejido absorberá menos humedad. A modo ilustrativo, comentaremos que el lino es el tejido más estable, en cierto modo, frente a la humedad, de entre las fibras naturales. El cáñamo, por poseer una fibra muy gruesa, es más higroscópico e inestable; siendo el algodón el que más se ve afectado ante la presencia o ausencia de humedad y el que más reacciona.

La tela, o los tejidos naturales en este caso, se deterioran más fácilmente que la madera, y los principales causantes de estos deterioros son la humedad, como ya se ha comentado, y la luz, más concretamente las radiaciones ultravioleta. La luz destruye las fibras, provocando una degradación fotoquímica. La luz, combinada con la humedad y el oxígeno, debilita la fibra y la envejece llegando a volverla quebradiza y a descomponerla. En el caso, por tanto, de recurrir a una tela que haya estado almacenada o expuesta durante un período relativamente largo a la acción de estas radiaciones, ésta no haría adecuadamente su función como refuerzo de uniones de maderas, para un entelado completo o para recubrir canastillas en esculturas de vestir o de candelero, o para utilizarla como parte

integrante del propio soporte haciendo de sustitutivo de la madera en determinadas zonas de la obra. El mismo caso se producirá con tejidos que hayan estado sometidos a temperaturas elevadas, sobre todo ante una sequedad excesiva, con el consiguiente riesgo de fragilidad. Como ya se ha comentado, una tela envejecida reacciona menos ante los cambios del grado higrométrico medioambiental y, en principio, podría ser más conveniente el utilizar este tipo de tejido; pero también es cierto que si no recurrimos a una madera bien curada, esta tela no se adaptará convenientemente a los movimientos o juego de la madera; estará debilitada y romperá²⁶. Debemos, pues, en todo caso, someterla a un proceso de envejecimiento artificial, siempre teniendo en cuenta que esta tela no haya estado demasiado tiempo almacenada; a ser posible, eliminaremos el apresto de la tela ya que servirá de cultivo para la proliferación de hongos si el grado higrométrico es alto. Expuesta a la luz, si almacenamos la tela doblada, se deteriorará principalmente por las zonas de los dobleces y las expuestas directamente a la luz. En presencia de humedad, las zonas del interior del tejido doblado generarán colonias de hongos. Los hongos se van a alimentar de la celulosa, descomponiendo sus moléculas y atacando,

²⁶ La tela, con el paso del tiempo, pierde elasticidad, llegando un momento en que no se adapta a los movimientos de la madera, rompiéndose o desprendiéndose de la misma.

pues, a los tejidos de origen vegetal. También, como ya se ha comentado, se pueden alimentar del apresto y las colas. Los hongos cromógenos, además, manchan la tela que, en presencia de humedad también mancharán con posterioridad la preparación, llegando, estos hongos, a la destrucción masiva del tejido. Una tela demasiado tiempo almacenada, en condiciones poco acertadas, puede acumular grandes cantidades de polvo que podrán manchar la preparación y llevará en suspensión esporas de hongos, bacterias y estará expuesta al ataque de insectos, como la polilla, que, si bien son más propensos a atacar fibras de origen animal, también pueden desarrollarse y afectar a las vegetales.

También los ácidos y los álcalis deterioran el tejido. Los álcalis, como el amoníaco y el bórax, afectan principalmente a los tejidos de origen animal, atacando sus componentes proteínicos. Los ácidos afectan a los tejidos de origen vegetal, atacando principalmente a la celulosa de su composición. Los gases nocivos como el dióxido de azufre de una atmósfera polucionada, en contacto con oxígeno y vapor de agua, se transforman en ácido sulfúrico, que altera y debilita la fibra del tejido. Esta acción puede verse acentuada en presencia de metales - clavos, puntillas, pletinas metálicas, ... - que actúan como

aceleradores del proceso de deterioro. Los mismos efectos se pueden producir cuando las telas son almacenadas o preparadas con caseína o litopón, ya que los vapores de estos materiales generan azufre.

Del modo de aplicar estos tejidos, así como de la elección de los mismos, dependerá en gran medida la buena conservación tanto de la escultura en general, como de las capas de revestimiento superpuestas en particular.

Elección de los tejidos

Los distintos tejidos que se pueden aplicar sobre una escultura en madera pueden estar confeccionados a partir de fibras de origen natural, sintético o mixto - natural con natural, natural con sintético, sintético con sintético -.

La influencia que los tejidos pueden tener en la conservación de la escultura es doble. Por un lado, la propia composición y origen de los mismos influirá tanto en su propia conservación, lo que repercutirá directamente, en la conservación de las capas de revestimiento superpuestas, incluso en el propio soporte de madera,

como en la influencia que estos tejidos puedan tener sobre las capas de policromía. Por otro lado, la manera en que estos refuerzos de tejido son colocados, también repercutirá en la conservación de la obra. Es pues importante conocer la naturaleza y características de los principales tejidos a emplear en la elaboración o creación de la escultura.

De todos es conocido que las fibras sintéticas son más estables, son más inalterables a las condiciones medioambientales y, por tanto, su influencia en la conservación de la escultura, más que a su origen y composición, se refiere al modo de aplicación, principalmente. Son las fibras de origen natural, las que están más expuestas a provocar tanto el deterioro de la escultura como de ellas mismas, lo que también repercutirá en la conservación de la escultura. Luego su influencia sobre la conservación de la obra es doble.

De entre las fibras de origen natural - vegetales y animales -, las más utilizadas en escultura para entelar son las procedentes de plantas, tallos y semillas de vegetales, destacando el yute, cáñamo, lino y algodón, y empleándolas bien puras, bien mezclando distintos tipos de fibras vegetales para confeccionar el tejido - cáñamo y yute,

cáñamo y lino, ... -. El principal componente de las fibras textiles vegetales es la celulosa, teniendo ésta las mismas características y comportamiento que en la madera.

Las fibras de los textiles, independientemente de su naturaleza, están compuestas por macromoléculas de distinta composición, que se agrupan formando haces; estas macromoléculas, dependiendo del tipo de material del que se extraigan para confeccionar la tela tienen, en cada caso, una determinada longitud, pudiendo ser cortas o largas. Una fibra compuesta por macromoléculas largas dará como resultado una fibra más resistente y rígida, mientras que la formada por macromoléculas cortas, será más débil y menos resistente. Así, el lino presenta fibras largas, el cáñamo de tamaño y grosor mayor que el lino, el yute²⁷ posee fibras cortas y finas y el algodón cortas y medias.

Así mismo, habrá de tenerse en cuenta las diferentes formas en que las fibras se trabajan para confeccionar los tejidos. Por un lado, las fibras, para formar el hilo se someten a un proceso de torsión; del tipo de torsión al que se sometan estas fibras, dependerá la resistencia del

²⁷ El yute, presenta en su composición, además, una alta concentración de lignina, muy inestable, con lo que la resistencia de este tejido al envejecimiento es menor.

mismo: hilo simple, hilo retorcido - dos hilos enrollados en forma de S o Z - o hilo cable - varios hilos retorcidos - éste último, de mayor espesor y resistencia -. Cuanto mayor número de fibras entren a formar parte del hilo, mayor resistencia tiene. Por otro lado, la disposición de los hilos para conformar el tejido, la manera en que éstos estén dispuestos en la trama y urdimbre, darán como resultado un tejido más fino o más grueso y más o menos tupido. A mayor grosor, mayor resistencia pero mayor poder higroscópico del tejido. Cuanto más tupido, mayor resistencia del tejido y mayor capacidad higroscópica. Cuanto más gruesa es la trama del tejido, mayor cantidad de humedad absorbe.

Una vez escogido el tipo de tejido más adecuado para la escultura a realizar, y teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será necesario conocer la manera más idónea de colocar o aplicar este tejido.

Es conveniente liberar previamente la tela de nudos e irregularidades que puedan crear tensiones, dificultar la adaptación de la misma a los movimientos de la madera, y a sus propios movimientos, generar zonas de menor resistencia y estabilidad y que

puedan quedar marcados en la superficie polícroma. Así mismo, también pueden quedar marcados los bordes del tejido aplicado a lo largo de las uniones de maderas, por lo que es aconsejable aplicarlos una vez deflecados o rebajados sus bordes. En el caso de recurrir a ensamblar dos o más telas para proceder a su aplicación sobre la madera tallada, también el tipo de cosido para ensamble de las mismas puede verse marcado con el tiempo en las capas de revestimiento superpuestas. De los dos tipos de cosido más comúnmente utilizados, el de uniones vivas - dos telas unidas paralelas y cosidas - es el que menos se marca. Se acusa más el cosido cuando la unión de telas se realiza montando sus bordes. En cualquiera de los casos, es conveniente que al disponer las telas sobre la madera tallada, estas uniones o cosidos no coincidan o se apliquen en zonas clave de la escultura, como puedan ser pequeños detalles de la talla, que con el tiempo, al marcarse las uniones sobre las capas se puedan ver alterados o distorsionados. Esto también debería aplicarse para no hacer coincidir las uniones de madera o refuerzos en estas mismas zonas.

Habrà de tenerse en cuenta que la tela, cuando se recurre a ella para utilizarla como parte integrante del soporte en sustitución de la

madera, genera una zona de menor resistencia a golpes, deformaciones, roturas, desgarros, etc.,...

También habrá de considerarse que el grosor y textura del tejido escogido, puede quedar marcado en preparaciones y policromías finas, de igual modo que ocurrirá con las vetas de la madera, sobre todo cuando se escogen tejidos gruesos y de trama abierta.

La elección del tipo de adhesivo a utilizar también es importante. Es necesario escoger aquel que menos se deteriore con el paso del tiempo y el que tenga un mayor poder de adhesión. Para fijar el tejido a la madera se suelen utilizar productos de origen natural, como las colas de conejo o cola fuerte. Este tipo de adhesivos se aplican en medio acuoso, por lo que la tela utilizada puede reaccionar ante la humedad que, en el momento de colocarla, se aplica. Es conveniente tener en cuenta que si se utilizan tejidos con propiedades higroscópicas, éstos pueden dilatarse en contacto con la humedad y/o contraer al secar o, al contrario, contraer en contacto con la humedad y posteriormente aumentar de volumen al secar. Si el tejido se coloca demasiado tenso, al reaccionar frente a la humedad puede no quedar

convenientemente adherido, levantarse o romper por efecto del encogimiento o la dilatación, según el caso. Del mismo modo, al permanecer estas telas levantadas, en algunas zonas se podrán perder detalles de volúmenes o talla. Esto también deberá de tenerse en cuenta cuando se aplique la consiguiente preparación.

Continuos movimientos de contracción y dilatación de los tejidos debido a la sucesiva aplicación de humedad, así como por efectos de cambios en el grado higrométrico medioambiental, añadidos a una pérdida o defecto de adhesividad de éstos a la madera, pueden ocasionar deterioros irreversibles en la superficie polícroma; pudiendo llegar el caso de que se produzca un porcentaje de pérdida de película polícroma muy elevado.

Las alteraciones de los tejidos que forman parte integrante de un soporte escultórico, ocasionadas por cambios higrométricos medioambientales, se ven directamente reflejadas en las capas de revestimiento que sobre éstos se aplican. Si la tela dilata, el revestimiento polícromo craquela; si el tejido contrae, la policromía se abolsa, desprende o superpone. La fibra se deteriora muy fácilmente, más que la madera, y puede verse alterada por cualquier circunstancia.

Como medio para reforzar uniones de madera, aunque no tan común en esculturas de bulto redondo, también se suele recurrir a la utilización de estopas encoladas, con ajicola o mezcladas con aparejo, sobre todo en la parte posterior de las esculturas, en su parte interna si se encuentran ahuecadas o, sobre todo, en relieves por su parte posterior.

Para terminar este apartado, lo haremos haciendo mención a la utilización de tejidos sintéticos para refuerzo o como parte integrante del soporte de madera en una escultura. Ya hemos comentado en la introducción de este capítulo que en escultura se siguen utilizando los recursos y técnicas tradicionales, por lo que es más común el aplicar tejidos de origen natural, casi siempre los vegetales. Si bien hemos hecho referencia a la estabilidad e inalterabilidad de los sintéticos, no se recomienda su aplicación sobre la madera. Aunque dependiendo del tipo de tejido sintético escogido. Es conveniente resaltar que determinados tipos de telas sintéticas no tienen una elasticidad tal para amoldarse convenientemente al juego de la madera, a sus continuos movimientos de contracción y dilatación - retracción y turgencia -. Por ello, al no adaptarse a las sucesivas fluctuaciones del soporte, pueden llegar a desprenderse, levantarse o romper.

TÉCNICAS Y MATERIALES DE LA PREPARACIÓN

Elección de la preparación

El término "*Preparación*" suele englobar a las distintas capas que se aplican sobre la madera, con anterioridad a la aplicación de la policromía, y que le sirven de cama o base a ésta, debiendo cumplir una serie de requisitos o funciones.

Conocida desde la antigüedad como "*aparejo*", la preparación comprende la sucesión de las siguientes capas y en este mismo orden: capa aislante, capa de preparación propiamente dicha e imprimación, principalmente; y, según las técnicas de policromía a emplear, también abarcaría la capa de bol y, a elección del escultor o policromador, una nueva capa aislante.

La preparación debe cumplir funciones y propiedades tanto estéticas como estructurales. A nivel estético, la principal función de la preparación es de orden visual, de calidades ópticas. La importancia de las distintas capas de preparación radica principalmente en la luminosidad que conferirá a la escultura acabada, dándole, además, calidad y textura. En muchos casos, el acabado o textura de la preparación determina en cierto modo el acabado de la obra; influirá en el aspecto final de la escultura acabada.

Desde el punto de vista estructural, la preparación actúa como intermediaria entre el soporte y las capas de color, proporcionando una capa consistente y estable para recibir la película policroma; controlando, así mismo, y en cierto modo, la acción del aglutinante de la policromía. La preparación atenúa los movimientos entre el soporte y la película de color, permitiendo los movimientos independientes de ambos. Actúa como amortiguadora entre las alteraciones del soporte de madera y la policromía, recibiendo todas las alteraciones de ambos estratos.

Otra función a nivel estructural que puede tener la preparación, y a la que se recurre muy comúnmente, es la de servir para ocultar o tapar

defectos de la talla o resaltar detalles o volúmenes no realizados sobre la madera. En muchos casos, la talla de la madera se termina en la preparación.

Capas o estratos de la preparación

Detallemos, a continuación, cada una de las distintas capas que forman parte estructural del estrato de preparación:

1ª Capa aislante

Ésta es la primera capa del estrato de preparación que se aplica directamente sobre la madera. Tiene como principal función limitar la capacidad de absorción de la madera y proporcionar una mayor adhesión y agarre de la preparación propiamente dicha al soporte.

Aunque el aislante más utilizado ha sido el agua-cola o giscola, también se han utilizado otros procedimientos o técnicas, dependiendo del tipo de preparación que posteriormente se vaya a utilizar - magra, grasa o mixta - o a gusto del escultor o del policromador, recurriendo a

emulsiones de huevo o caseína y a barnices de resinas de almáciga o dammar. Así mismo, se han empleado barnices a base de alcohol, añadiendo a las funciones antes comentadas las de proteger la madera.

En función de las necesidades de absorción, mayor o menor, que se requiera por parte del soporte, este aislante se aplica en un determinado número de capas, teniendo en cuenta que a mayor número de capas aplicadas, menor poder de absorción de la madera; más recomendable en el caso de maderas demasiado porosas.

A veces es corriente añadirle alumbre o formalina a la capa aislante pero, este tipo de sustancias, además de volverla insoluble, limitando así su capacidad de absorción, tienen el inconveniente de ocasionar, así mismo, la aparición de grietas en la madera y cuarteados o craquelados en la preparación, por lo que su uso no es muy recomendable.

La función de esta capa, como se observa, es muy importante, por lo que debe aplicarse siempre. Muchos problemas de pérdidas de adhesividad y desprendimientos de la preparación, pueden estar condicionados o debidos a la falta de esta capa.

En el caso de utilizar colas animales, las más recomendables para la escultura en madera policromada, habrá de tenerse en cuenta que deben aplicarse en caliente, cuidando de no someterlas a un exceso de calor que puede hacer que las colas pierdan sus propiedades adhesivas y, por tanto, su función como capa aislante.

Previamente a la aplicación de la capa aislante, es conveniente proteger los objetos o materiales metálicos presentes en el soporte, como puedan ser clavos, pletinas, ..., para evitar que éstos oxiden y provoquen posteriores oxidaciones, manchas y otras degradaciones sobre la preparación y en la propia madera.

La elección del aglutinante en la capa aislante estará en función del tipo de preparación a emplear. No se aconseja, por ejemplo, utilizar un aislante oleoso si se pretende aplicar una preparación magra. Con esto impediríamos una adecuada fijación de la preparación, ya que el aglutinante oleoso repele, por su carácter hidrófobo, una capa o emulsión magra superpuesta.

Una vez bien seca la capa aislante, se recomienda lijarla suavemente y humedecerla ligeramente con agua para prevenir cuarteados y facilitar su unión con la preparación.

La capa de preparación

No es conveniente proceder a policromar una escultura sin haber aplicado previamente una preparación. Aunque puede haber excepciones, la carencia de este estrato puede oscurecer la tonalidad de la policromía y se ocasionarán un mayor número de craquelados, manchas y desprendimientos en ésta, con mayor antelación que en un envejecimiento normal o natural con la existencia de preparación; principalmente, debido a una falta de fijación y adhesividad de la policromía a la madera y a que ésta sufre directamente los movimientos y alteraciones del soporte, aunque también dependiendo del grosor y la elasticidad de esta capa. El estado de conservación de las esculturas se debe, en gran medida, a la existencia de una preparación de base adecuada.

En función del tipo de aglutinantes y demás materiales que intervienen en la preparación, ésta podrá ser magra, grasa o mixta:

a. Preparación magra

Contiene una carga o pigmento inerte, sulfato o carbonato de calcio y, además de éste, un aglutinante de cola que puede ser animal, caseína, engrudo, etc.,... La más usada es la animal. La caseína, por ejemplo, es muy complicada de preparar, frágil y muy susceptible de romperse. Las preparaciones a la caseína son muy rígidas y quebradizas y no es muy recomendable su uso en esculturas a las que se les haya aplicado tejidos. La preparación magra es, tradicionalmente, la más usada para la escultura de madera policromada. Cuando se va a aplicar sobre un soporte mixto - constituido por madera y tela -, se utilizan las mismas colas para adherir la tela a la madera que las que se empleen para la preparación.

b. Preparación grasa

Este tipo de preparación plantea problemas en la superficie polícroma. El más importante es el amarilleamiento y oscurecimiento progresivo que puede ocasionar sobre la capa de color a causa, principalmente, del lento secado de este tipo de preparaciones y a la oxidación de los aceites presentes en su composición. Otras alteraciones

son el agrietamiento y cuarteado de la propia preparación, que puede repercutir sobre la capa de policromía superpuesta. Las preparaciones grasas craquelan más rápidamente y oscurecen afectando a la tonalidad de las capas de color en la escultura acabada.

Este tipo de preparaciones puede estar constituida por un pigmento de carga, como el sulfato o carbonato cálcico, y/o por otro tipo de pigmentos que no sean propiamente de carga, y por un aglutinante de tipo oleoso - linaza, lino o mezcla de ambos, adormidera o una emulsión de cola más aceite,... -.

Cuando se utiliza este tipo de preparación, normalmente se debe recurrir a una capa aislante, en este caso también oleosa. Las preparaciones grasas tardan mucho en secar, siendo necesario esperar mucho tiempo, en ocasiones meses e incluso años, antes de proceder a aplicar la capa de policromía. Así mismo, es conveniente exponerlas a la luz para evitar su amarilleamiento, sobre todo en el caso de la utilización de aceite de linaza.

c. Preparación mixta

Está formada por un elemento oleoso y un pigmento de carga u otro tipo de pigmentos, y con un aglutinante en emulsión. Suele tener, como su propio nombre indica, una composición en la que entran a formar parte del aglutinante tanto sustancias de tipo magro como graso.

A la hora de preparar un soporte, hay que tener en cuenta una serie de reglas básicas comunes a cualquier tipo de preparación. En primer lugar, y como ya se ha comentado, es indispensable la aplicación de un encolado previo o capa aislante.

La preparación se aplicará en capas sucesivas. Las capas inferiores tendrán un contenido en cola más fuerte que las superiores. Las distintas capas se han de emplear lo más delgadas posibles, siendo más espesas las primeras y más fluidas las superiores; siempre procurando aplicarlas con un espesor uniforme para evitar secados desiguales y cuarteados en aquellas zonas con mayor grosor o más espesas.

La superposición de las distintas capas se hará cuando las inferiores se encuentren ligeramente secas, o ligeramente húmedas, para facilitar la unión entre ellas por un lado y, por otro, para favorecer un correcto secado. La preparación debe secar de forma progresiva, de dentro a fuera, evitando, de este modo, la aparición de craquelados provocados por un secado incorrecto.

El número de capas variará en función del acabado que se le quiera dar a ésta, y del grosor o espesor que se desee conseguir.

En el caso de recurrir a la preparación para ocultar defectos de talla o para obtener un acabado concreto, no se recomienda aplicar localmente un grosor considerable para estas zonas en una sola capa. Es aconsejable proceder aplicando distintas capas superpuestas hasta que la zona alcance el espesor o volumen deseado, esperando un tiempo para que la capa inferior seque ligeramente antes de aplicar la siguiente. De esta manera se evitarán secados desiguales y la consiguiente aparición de craquelados por defectos de secado.

No se aconseja el uso de colas de pescado por ser muy higroscópicas. Tampoco es muy recomendable utilizar gelatinas, por el mismo motivo.

Las preparaciones con albúmina son más quebradizas y frágiles, sobre todo por el efecto de la clara de huevo en su composición, y se descomponen muy fácilmente. Algo similar ocurre con las preparaciones a la caseína. También las preparaciones vegetales, como las de engrudo y dextrina, se pudren o descomponen con mucha facilidad. La dextrina, concretamente, produce preparaciones excesivamente rígidas, con lo que aparecen rápidamente craquelados en esta capa.

No es conveniente que las preparaciones oleosas lleven, como pigmento de carga, sulfatos o carbonatos ya que éstos pierden su poder cubriente al ser mezclados con aceites y barnices. Es por lo que se suelen agregar otros pigmentos, como blanco de cinc, muy cubriente, o blanco de titanio o de plomo.

El litopón también puede emplearse en las preparaciones, si bien es necesario tener en cuenta al recurrir a este material que siempre se

esté seguro de su buena calidad. El litopón de mala calidad ennegrece rápidamente bajo los efectos de la luz.

Emulsiones de fondo con huevo - yema -, se pueden añadir a la preparación para aumentar la plasticidad y elasticidad de esta capa, pero habrá de hacerse siempre en pequeñas cantidades; de lo contrario la preparación se vuelve demasiado grasienta y puede oscurecer y hacer quebradizos los colores. El huevo, además, contiene un aceite que no seca nunca.

Los fondos de aceite son poco luminosos, grasientos e inadecuados para cualquier técnica polícroma. Los escultores que recurren a este tipo de preparaciones, lo hacen porque son más rápidos de preparar y tienen menor poder de absorción. Pero este mismo resultado se puede obtener con un fondo magro convenientemente acabado con una capa aislante a base de un barniz dammar o de almáciga, por ejemplo.

Hay que tener en cuenta que la preparación magra es la más adecuada para la madera; siendo este tipo de preparación el que mejor se adapta a las exigencias del soporte, aunque siempre la elección del tipo

de preparación, magra, grasa o mixta, estará condicionada por la técnica polícroma que se desee aplicar.

Imprimaciones

La imprimación es una capa, generalmente pigmentada y coloreada que se aplica sobre la capa de preparación y que tiene una doble función. Por un lado, conteniendo relativamente poco aceite - a veces, incluso aglutinante acuoso - sirve, de alguna manera, como intermediaria entre una preparación magra y una capa polícroma relativamente grasa. Ejerce, pues, una función técnica que se corresponde con la técnica artesanal que prescribe pintar grasa sobre un fondo magro. Por otro lado, estando pigmentada - en una gama que puede ir del blanco grisáceo a los tonos tierras, pasando por tonalidades anaranjadas y rojizas - participa de forma activa sobre los efectos cromáticos de la obra; incluso, determinando el tono general. Los maestros holandeses del siglo XVII, utilizaron el tono de la imprimación tal cual, haciendo de tono general para las sombras en sus pinturas. La mayor razón del empleo de la imprimación es de orden pictórico. Este mismo concepto se aplica, en ocasiones, sobre la escultura, principalmente en el tratamiento de ropajes.

Así como las preparaciones de las esculturas sobre madera suelen ser siempre blancas y magras, las imprimaciones pueden ser coloreadas, o no, y ser al aceite. Tienen como principal función la de conferir un mayor acabado, tanto a la preparación como a la obra, formando parte de su resultado final. La composición de esta capa suele ser similar a la de preparación, aunque en ésta los pigmentos o cargas son más finos, al igual que su aplicación es más sutil y fluida, llevando la adición de distintos pigmentos que le confieren color, en el caso de que así se requiera. Al poder estar compuesta por los mismos ingredientes que la capa aislante, la imprimación puede hacer esta misma función, si la técnica polícroma así lo exige²⁸.

Las imprimaciones coloreadas comienzan a utilizarse a partir del siglo XVII. Las oleosas aparecen a partir del XVIII, aunque su uso no es muy recomendable debido a que ennegrecen los colores y pueden ocasionar craquelados en la capa polícroma, sobre todo debido al uso extendido de la adición de secativos en estas capas que provocan los primeros problemas de alteración de la policromía.

²⁸ MAYER, R.: *Materiales y técnicas del arte*. Ed. Blume. Madrid, 1988. pág. 252.

El color de la imprimación es escogido por el artista policromador, aunque siempre dependiendo del tono general que llevará la policromía superpuesta. Se suelen utilizar sobre todo de tonalidades rojas y ocre en las carnaciones formando, esta tonalidad de base, parte activa en el resultado final de la escultura, sobre todo en los efectos cromáticos y en las medias tintas, utilizándose como tono de gradación. Lo más corriente es aplicar esta capa a base de minio o cinabrio²⁹, pigmento compuesto de plomo, de gran poder cubriente y que podría servir a modo de tapa-poros, como protector de la capa de preparación y como tono base de la policromía.

2ª Capa aislante

Su aplicación, con posterioridad a la de las distintas capas de preparación, sirve para aislar éstas últimas de la película de policromía, evitando una excesiva absorción de aceites y barnices por parte de la preparación. Un exceso de aceites en la capa de policromía puede afectar, incluso, al soporte, manchándolo y provocando zonas con levantamientos y abolsados de la preparación por pérdida de

²⁹ Ya desde la antigüedad no se distinguió siempre muy claramente entre el minio de plomo y el cinabrio puro o bermellón, y para ambos se ha venido utilizando el nombre de "*minium*". DOERNER, M.: *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Op. Cit. págs. 54 y 55.

adhesividad. En el caso de tejidos presentes en el soporte, éstos pueden llegar a resecarse en exceso, debido a los aceites, perdiendo elasticidad y ganando en friabilidad, con lo que podrían llegar a romperse.

La composición de estas capas aislantes está en función de la técnica polícroma a emplear con posterioridad; siendo similar a la de la primera capa aislante, antes mencionada, aplicada directamente sobre la madera. Los aislantes más usados para las técnicas al agua y temples son las colas; para las técnicas polícromas al óleo son los aceites y barnices.

El aceite de linaza ha sido el más utilizado. Éste permite que las capas de preparación oleosas se adapten a los movimientos del soporte al conferirles mayor elasticidad y disminuyendo, así, el peligro de craquelados. Su gran inconveniente es que amarillea y oscurece los colores.

De entre las resinas, las más utilizadas han sido la resina dammar y la goma-laca. Aunque ésta última es fácilmente degradable, su uso en la capa aislante evita que craquele, oxide y oscurezca en contacto con el aire al estar protegida por los distintos estratos de policromía y barnices superpuestos.

Bol

El bol solo se aplica cuando la técnica polícroma escogida para una escultura va a llevar incorporada la aplicación de láminas metálicas, de oro o de plata, principalmente. Este fondo es importante, pues con él se consigue la superficie homogénea y lisa necesaria para recibir el dorado o plateado.

El término bol ha sido adoptado de una arcilla rojiza proveniente de Armenia, usada desde el siglo XVI, y este mismo nombre se sigue utilizando para cualquier cama de dorado, independientemente de la tierra o pigmento que, para esta capa, se emplee.

Este estrato solo se aplica sobre una capa de preparación a base de sulfato cálcico y cola, nunca sobre una capa aislante o sobre una preparación a la caseína.

El bol puede aplicarse bien aglutinado solo con agua, con cola animal, cola de pescado, o con clara de huevo. A gusto del artista, según los efectos que se quieran conseguir en cuanto a la influencia del bol en la tonalidad del dorado, se puede aplicar dándole una tonalidad que va

del amarillo, pasando por distintas tonalidades rojas, verdes, hasta llegar, incluso, al negro, dependiendo del pigmento o tierra que se emplee.

Como recomiendan todos los tratadistas, es importante aplicar este fondo en varias capas sucesivamente más finas y suaves en cuanto a la concentración de colas. En ningún modo se debe suprimir algún compuesto, salvo ir reduciendo la fuerza adhesiva de la cola, que en la última capa debe ser más débil que en las capas anteriores; de lo contrario se formarían burbujas y el fondo tendría tendencia a levantarse y saltar³⁰. Es recomendable, de igual modo, preparar con este fondo la superficie necesaria solo para lo que se dore en una misma jornada. Si esta capa seca demasiado, es dudosa la fijación del pan de oro o de plata sobre la misma.

Aunque, como ya se ha comentado en más de una ocasión, las técnicas y materiales empleados en la ejecución de la escultura en madera policromada, siguen procedimientos tradicionales, a partir del siglo XIX, al igual que en las técnicas pictóricas, se recurre a toda clase de materiales, comenzando el uso de los sintéticos.

³⁰ *Aportaciones a la conservación de monumentos*, en: DOERNER, M.: *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Op. Cit. pág. 422.

No todas estas capas están presentes siempre en los estratos polícromos de una escultura. Como ya se ha comentado, dependerá de la técnica de policromía a emplear posteriormente y de la inclinación o deseo del policromador. En cualquier caso, siempre es recomendable la presencia de una preparación y siempre la más adecuada a cada caso. Hay que tener en cuenta que todas las alteraciones de la preparación se verán reflejadas en las capas de policromía superpuestas.

TECNICA Y MATERIALES DE LA CAPA DE POLICROMIA

La policromía "*no es una mera adición a la forma plástica, sino una operación habitual en la realización de una pieza escultórica, siendo un dato esencial para la comprensión de ésta y mostrando una estética propia inseparable de la historia de la escultura. Varía según sea la función de la obra, su iconografía, etc. y está sujeta a la evolución técnica, estilística y estética de los diferentes períodos de la historia del arte*"³¹.

Las obras escultóricas presentan diferentes tratamientos de su superficie destinados a modificar la apariencia del material o a protegerlo. Estos tratamientos, o acabados responden a diversas intenciones, principalmente por su "*capacidad de mimetismo naturalista*"³². Pueden imprimirle a la obra un valor estético suplementario disimulando un material de mala calidad, pueden suplir

³¹ GOMEZ GONZALEZ, M. L.: *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Ed. Ministerio de Cultura. Madrid, 1994. pág. 10.

ciertas insuficiencias formales, a veces debidas a la inexperiencia y representar los detalles anatómicos - ojos, boca, barba, ... -, el color de las carnaciones, para sugerir la presencia de ropajes, ... Incluso, se ha servido del revestimiento polícromo para simular otros materiales preciosos cuando el gusto, la moda o la época así los imponían y el costo, o disposición de los mismos, hacía impensable la posibilidad de utilizarlos. Los escultores han recurrido a los revestimientos para conferir a la madera una apariencia más valiosa imitando el aspecto de otras maderas, del mármol, del bronce y de otros metales dorados o plateados. También el empleo y adición de materiales de diversa naturaleza o color, así como los revestimientos monocromos, son igualmente recursos utilizados con el propósito de imprimirle a las obras este carácter. La aplicación de ornamentos añadidos o de incrustaciones de otros materiales - coral, alabastro, nácar, marfil, cristal, bisutería, vidrio, metal y piedras preciosas, ... - ha sido a menudo un procedimiento más para acrecentar los efectos realistas, así como la adaptación de otros elementos accesorios como lágrimas de cristal, cabellos naturales, tejidos o encajes añadidos, etc., ...

³² CORRADO MALTESE: *La Técnicas artísticas. Op. Cit. Págs.15 y ss.*

La adición de revestimientos policromos sobre las obras en madera, ha sido a lo largo de la historia confiada al "iluminador" o policromador; incluso, la misma escultura podía ser confiada a artistas diferentes: el encargado o especializado, por ejemplo, en la realización de imitaciones o acabados de ropajes, conocido como "estofador", y el "encarnador", encargado de aplicar las carnaciones a las esculturas; otros eran los encargados de realizar adornos estampados o gofrados, otros el dorado, etc.,...

Desde la Edad Media, los iluminadores o policromadores, o los propios escultores, han utilizado las mismas técnicas y procesos para pintar los paneles de madera y las esculturas sobre este mismo material, aunque siempre las segundas han ido a remolque de los primeros. Cualquier innovación o procedimiento que se aplicara en la pintura de caballete, era adoptado, a continuación, para el acabado y revestimiento de la escultura sobre madera, haciéndose extensible de las técnicas empleadas sobre otros soportes escultóricos que, incluso, han sido más antiguos y utilizados con mayor profusión que la madera. Este es el caso de la piedra y el mármol policromados, de los que también se han adaptado recursos y soluciones que han contribuido a la intención

plástica de la apariencia final o acabado que el artista quería conseguir en sus obras.

Como ya se ha comentado en el apartado anterior, para que las esculturas estuvieran aptas para recibir el color, éstas debían ser previamente preparadas recubriéndolas de una serie de capas de preparación que facilitarían la aplicación del color y formarían una asociación o simbiosis que hacen que todo participe de todo, formando un solo cuerpo al que se le conoce como revestimiento policromo.

También las esculturas han tenido, y tienen, otra serie de revestimientos o acabados, como son los monocromos y tintes o acabados con barnices coloreados. Maderas pintadas en blanco, por ejemplo, cuyo aspecto podía evocar al mármol, o revestimientos en oro o plata para imitar superficies o materiales metálicos, han sido aplicados con regularidad, así como los acabados con barnices coloreados, para realzar el material empleado o imitar otro tipo de maderas más apreciadas; o incoloros, aplicados, éstos últimos, con la única intención de proteger la madera y asegurar la preservación de su color original.

No obstante, nuestro interés radica principalmente en la aplicación de revestimientos policromos que, como ya se ha apuntado, han seguido los mismos pasos que los procedimientos y técnicas pictóricas. No vamos a elaborar un tratado o recetario de las distintas técnicas y materiales empleados; para ello ya existen diversos textos, algunos de ellos de gran calidad, extensión y rigor tanto técnico como histórico³³. Solo nos limitaremos a exponer aquellos recursos de los que se ha demostrado, a lo largo de la historia de la escultura en madera policromada y de su evolución material, que han podido contribuir a una inadecuada conservación de la obra escultórica en su conjunto.

Las capas de pintura o policromía están compuestas esencialmente por "*partículas sólidas - cargas y pigmentos que confieren el color o tonalidad - en suspensión en una sustancia filmógena que les da cohesión y adhiere la película formada al estrato inferior. Desde el punto de vista físico, podríamos definirla como una película formada por dos fases sólidas, el pigmento y el aglutinante una vez seco, y una gaseosa que es el aire que ocupa los espacios vacíos*"³⁴.

³³ Ver, por ejemplo, desde los primeros tratadistas de la antigüedad, Vitrubio, Teófilo, Cennino Cennini, Leonardo Da Vinci, Vasari, Pacheco, Palomino, hasta los más recientes tratadistas de este siglo como Mayer, Doerner, Bazzi, Maltese, ...

³⁴ GOMEZ GONZALEZ, M. L.: *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Op. Cit. Pág. 12.

La capa polícroma resultante, puede estar constituida por una o varias capas coloreadas, en función de la técnica o procedimiento empleado para obtener los resultados deseados. El número y superposición de las distintas capas ha variado a lo largo de la historia de la evolución de las técnicas pictóricas. Puede ser característica de una escuela determinada, de un artista, o consecuencia, bien de la evolución técnica de un determinado autor, bien de la aparición de nuevos materiales y recursos tecnológicos.

De la elección de la técnica a emplear, el pigmento a utilizar y la manera de aplicación o ejecución, así como de la adecuada combinación de los distintos materiales y técnicas en una misma escultura, dependerá su evolución, su proceso de envejecimiento y, en definitiva, la adecuada conservación de la obra de arte escultórica.

Para un resultado adecuado y positivo en cuanto a la buena y adecuada conservación de una talla policromada, el orden lógico e ideal o preferente que un artista debe estructurar, sería el siguiente: En primer lugar, se deberá determinar el tipo de acabado que se desea conseguir. Éste, principalmente condicionará las tonalidades a escoger, por lo que la primera opción en cuanto a materiales debiera ser la elección de los

pigmentos que determinarán las tonalidades y acabado deseados. Estos pigmentos son los que, en función de sus propiedades físicas y químicas, determinarán el tipo de aglutinante a escoger. Será entonces, cuando se plantee la técnica de ejecución y el procedimiento a seguir, teniendo en cuenta el particular tratamiento de los ropajes y vestiduras por un lado, y de las carnaciones, por otro; pudiendo realizarse un mismo tratamiento general para toda la escultura. Esto último determinará la elección de un acabado a base de empastes, veladuras, ..., así como la posibilidad o necesidad de recurrir al uso de aditivos o cualquier otro medio que produzca los efectos técnicos o plásticos deseados. Otros razonamientos o planteamientos entrarán a formar parte del acabado final de una obra: tiempo, presupuestos económicos, medios técnicos, disponibilidad de los materiales, condiciones geográficas, ...

Pigmentos

Los materiales colorantes utilizados para realizar un film pictórico son conocidos como pigmentos, y están bien diferenciados de los colorantes propiamente dichos entre otras razones por el hecho de que los primeros, además de color, poseen cuerpo. Los segundos son solo color, teniendo la propiedad de poder ser disueltos en determinados

vehículos formando disoluciones en las que las partículas de colorante son apenas perceptibles incluso al microscopio y forman películas transparentes de escaso poder cubriente. Los pigmentos vienen a ser sustancias constituidas como un "*polvo fino, coloreado e insoluble en el vehículo dispersante - se suspenden en el aglutinante - con el cual forman una pasta más o menos densa que cuando se extiende como estrato o película, aunque sea muy fino, manifiesta propiedades cubrientes*"³⁵. El color del pigmento deriva de su coeficiente específico de absorción de la luz blanca que actúa selectivamente según la longitud de onda. Por otro lado, el color de un pigmento también viene definido por su índice de refracción y de reflexión, ambos determinantes de la tonalidad final, y que varían en función del tamaño de las partículas de pigmento y del médium o aglutinante que las envuelva; siendo éstos últimos, factores determinantes de sus propiedades cubrientes.

Disponemos de gran cantidad de pigmentos que pueden ser utilizados en los distintos procedimientos pictóricos y/o polícromos, siendo el conocimiento de su origen, propiedades y comportamiento lo que determinará la adecuada elección de los mismos, según las necesidades que el artista precise ajustándose a cada caso en particular.

³⁵ MATTEINI & MOLES: *La Química nel Restauro*. Op. Cit. Pág. 3.

Clasificación de los pigmentos

Los pigmentos pueden clasificarse, genéricamente, en función de tres parámetros: según su origen, según su composición química y según su color.

. *Según su origen*, los pigmentos pueden catalogarse según sean de procedencia natural o sintéticos. Los primeros son los obtenidos directamente de la naturaleza o manufacturados a partir de ella mediante procedimientos simples como la combustión, adición de disolventes, fijación o simple molienda y levigación o lavado y decantación. Éstos, a su vez, pueden tener un origen vegetal, animal - provenientes de sustancias extraídas de un vegetal o animal, respectivamente, o de partes de éstos - o mineral. Los sintéticos, son aquellos obtenidos mediante la elaboración de procesos químicos, bien a partir de un compuesto definido, bien a partir de la mezcla de dos o más de ellos, mediante reacciones o síntesis químicas que dan lugar a un producto artificial y determinado como un elemento químico definido o como un compuesto químico.

. *Según su composición química*, los pigmentos son clasificados en función de su carácter orgánico o inorgánico. Los orgánicos son los que pertenecen a la división orgánica de los compuestos químicos, constituidos esencialmente de carbono e hidrógeno y se corresponden, en la clasificación anterior, con los pigmentos de origen animal y vegetal. Los inorgánicos se corresponden con los pigmentos de origen mineral y con los fabricados artificialmente por procedimientos químicos a partir de los metales.

. *Según su color*, los pigmentos pueden agruparse en pigmentos blancos, rojos, amarillos, azules, verdes, violetas, pardos, tierras y negros. Aunque esta clasificación carece de valor científico, ya que sería imposible hacer un catálogo de todos los colores diferentes que puede captar el ojo humano normal, pues valorando todas las escalas de color perceptibles, se calcula que el hombre puede distinguir hasta diez millones de colores³⁶.

³⁶ CASAS, J.: *Optica*. Ed. del autor. Zaragoza, 1985. *El Color*: pág. 381.

Propiedades de los pigmentos

Las propiedades vienen determinadas en función de su origen o procedencia. Según esto, los distintos comportamientos de un determinado pigmento serán analizados desde el punto de vista físico, óptico y químico.

. Propiedades físicas

Son aquellas propiedades inherentes al material o pigmento del que se trata. No influyen en el comportamiento o en la combinación de éste con otros materiales³⁷ y son las responsables de que el pigmento ejerza una función determinada, destacando, entre las más importantes, su densidad-peso específico, el tamaño y forma de las partículas de pigmento - granulometría -, su comportamiento con el aglutinante, el comportamiento de éste con otros pigmentos - mezclas - y sus propiedades ópticas. Éstas últimas, por su carácter específico, vamos a considerarlas en un apartado independiente.

³⁷ Con excepción de los vidrios - esmaltes -, aunque éste no es el caso.

a. Densidad y peso específico: Es importante conocer estos parámetros ya que nos sirven para identificar tanto los distintos pigmentos como sus posibles adulteraciones. Es corriente encontrar en el mercado pigmentos mezclados con alguna carga inerte que abarata su precio, tanto en pigmentos puros - en polvo - como en los que ya se sirven mezclados con el aglutinante; siendo, en la mayoría de los casos, el conocimiento de estos parámetros, la única manera de poder determinar estas adulteraciones, las cuales influirán en el poder cubriente del pigmento, en el grosor de las películas de color, en la calidad del resultado en la aplicación de veladuras, ... Según esto, en función de su densidad y peso específico, los pigmentos se clasifican en pesados, medios o ligeros. Los primeros contienen metales pesados en su composición - mercurio o plomo -, perteneciendo a esta clasificación algunos pigmentos blancos, el bermellón o el minio, entre otros. En el segundo grupo están incluidos la mayoría de los pigmentos minerales, las tierras y la azurita. El tercer grupo lo componen los de naturaleza orgánica.

b. Granulometría: es la técnica que determina el tamaño y forma de las partículas de pigmento, propiedades que determinarán la distribución de un pigmento en la película pictórica, su poder cubriente y

su índice de refracción y reflexión de la luz. Así, por lo general, el poder cubriente de un pigmento será mayor cuanto más pequeñas y homogéneas sean las partículas. Un grano irregular, dará como resultado capas muy compactas, difundiendo la luz de forma irregular. Las partículas de forma alargada, forman superficies rugosas y, por tanto, mates, siendo idóneas para reforzar la unión entre distintas capas favoreciendo la cohesión entre ellas. Las partículas de forma aplastada, forman películas compactas y, por tanto, más impermeables.

c. *Comportamiento del pigmento con el aglutinante:* como ya se ha comentado, los pigmentos son sustancias insolubles en el medio utilizado como aglutinante, formando, por tanto, suspensiones. Sin embargo, hay casos en que determinados pigmentos pueden ser solubles formando una verdadera disolución, reaccionar químicamente con el aglutinante - con el disolvente del mismo - o tienen la capacidad de ser solubles o insolubles en función del medio a emplear. De ahí que sea necesario conocer estas características para seleccionar solo aquellos más insolubles.

El poder cubriente de un pigmento va a depender, además del índice de refracción de éste, del aglutinante con que lo mezclamos. El

temple, por ejemplo, es muy cubriente y tiende a producir una difusión desigual de la luz al dar una superficie rugosa. El óleo, es una técnica de menor poder cubriente ya que el aceite de su composición requerirá una mayor cantidad de aglutinante, con lo que se conseguirá una superficie más lisa, obteniéndose, así mismo, un acabado más brillante.

De igual modo, algunos pigmentos presentan mejor afinidad por unos aglutinantes que por otros, obteniéndose distintos resultados en cuanto a su poder cubriente, por ejemplo, en función del medio en el que vaya disperso. Podríamos citar el caso de *"la Tierra Verde que al óleo resulta más transparente que en una técnica al temple"*³⁸. Existen pigmentos propios de la técnica al óleo, otros para el temple, o en general al agua, y otros que pueden ser utilizados con cualquier técnica. De entre los pigmentos más específicos para el óleo podemos citar el verdigrís, verde esmeralda, amarillo de cadmio, amarillo de cromo, amarillo de Nápoles, amarillo de estroncio, laca carmín, tierra sombra natural o tierra sombra tostada. De entre los más adecuados para el temple citaremos el blanco de plomo, blanco de cinc, azurita, malaquita, tierra verde, verde vejiga, verde de Hooker, amarillo de cobalto, minio o sepia.

³⁸ MATTEINI & MOLES: *La chimica nel restauro*. Op. Cit. Pág. 22.

También, cada pigmento requiere en general una cantidad específica de un determinado aglutinante. En algunos casos, la cantidad de aglutinante puede parecer excesiva respecto a la estabilidad de la película polícroma que se formará, por lo que habrá que tenerse en cuenta que el medio, con el envejecimiento, y la consecuente alteración, puede amarillear y modificar el aspecto cromático del pigmento en él disperso - sobre todo en el caso de que el medio lleve aceite en su composición, sustancia con una marcada tendencia a amarillear -. En este sentido, hay pigmentos que para una misma cantidad de éstos, precisan mayor o menor cantidad de óleo en función de las propiedades y características de cada uno. Así, por ejemplo, en la técnica al óleo, para un cien por cien de amarillo de cromo, se precisará un 25 % más de aceite, mientras que para la Tierra de Siena es necesario agregar del orden de un 100 % a un 240 % más.

En otro sentido, es importante conocer que ciertos pigmentos pueden tener incompatibilidad química con el aglutinante. Determinados pigmentos, pueden ser sensibles a los aglutinantes de carácter alcalino, lo que supondría una incompatibilidad física. Sería el caso de algunos óxidos minerales estables y otros pigmentos inorgánicos como los silicatos.

Otro factor a tener en cuenta es la propiedad que tienen ciertos aglutinantes para mantener el color de la mezcla, tanto mientras la película esté fresca como cuando seca, y la de otros de cambiar de tonalidad al secar. Por ejemplo, en la técnica al temple, cuando está fresco, la película de color tiene un determinado espesor y al secar pierde parte de éste por contracción del aglutinante ya que su secado conlleva una pérdida de aglutinante. Todo lo contrario ocurre con la técnica al óleo; cuando éste se aplica tiene un determinado espesor que mantendrá cuando seque, manteniendo así la misma disposición de los granos de pigmento. Esto explica el que un temple, al secar, suba de tonalidad y el óleo permanezca igual.

d. *Comportamiento del pigmento con otros pigmentos:* No vamos a explicar aquí los diferentes campos de actuación de la luz en los objetos o cómo el ojo humano percibe los colores y se producen las distintas mezclas, aditivas y sustractivas, que dan lugar a los diferentes colores; existe en este sentido bibliografía específica acerca de los resultados cromáticos que con las distintas mezclas de pigmentos pueden obtenerse. Solo recordar que el color, como tal, no es una propiedad intrínseca de la luz, "*es el ojo el que registra los estímulos provocados por las distintas radiaciones visibles con diferentes*

sensaciones fisiológicas registrándolas como diferentes tonalidades cromáticas"³⁹ y que cada color, en este caso pigmento, viene determinado por su diferente longitud de onda. Así, "*mezclando dos pigmentos, el color de la mezcla resulta de la suma de las radiaciones reflejadas de ambos*"⁴⁰.

Para terminar, solo hacer referencia, ya que se comentará a lo largo del apartado referente a las propiedades químicas, a la incompatibilidad que puede existir entre algunos pigmentos como resultado de las reacciones químicas que pueden tener lugar entre ellos, dando lugar a otros productos con diferentes propiedades, dependiendo, así mismo, del tipo de aglutinante empleado; lo que puede explicar algunos cambios en su comportamiento y evolución, reaccionando de manera anómala o desigual con respecto al resto de la policromía.

³⁹ *Sensibilità dell'occhio umano e colore come effetto fisiologico dell'occhio*: MATTEINI, M. e MOLES, A.: *La Chimica nel Restauro*. Nardini Ed. Firenze, 1994. pág. 7.

⁴⁰ *Le mescolanze di pigmenti*: MATTEINI, M. e MOLES, A.: *La Chimica nel Restauro*. Op. Cit. pág. 17.

. Propiedades ópticas

De entre las propiedades ópticas que de un pigmento se han de tener en cuenta, mencionaremos el índice de refracción, su poder cubriente y su color o intensidad de color. Otras propiedades ópticas servirán, en un posterior estudio y análisis, para su identificación; es el caso de la capacidad que los pigmentos pueden tener para absorber o reflejar la radiación infrarroja, y la propiedad de presentar fluorescencia al incidir sobre ellos la radiación ultravioleta⁴¹.

a. Índice de refracción: determina la resistencia que algunos cuerpos, en este caso pigmentos, ofrecen a la penetración de la luz. Cuando la luz incide sobre la partícula de pigmento, una porción de la misma es absorbida por éste. El resto es, por decirlo de alguna manera, frenada y refractada por la superficie del pigmento, lo que determinará su opacidad, siendo esta resistencia distinta en función de cada pigmento y dependerá de su espesor y densidad. Cuanto más denso sea un pigmento, mayor será su índice de refracción. Éste también dependerá del tamaño de las partículas de pigmento y del índice de refracción del medio o aglutinante en el que esté disperso. La difusión de la luz estará

⁴¹ Ver: GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L.: *Examen Científico aplicado ...* Op. Cit. págs. 33 y 34.

en función, de igual manera, tanto de la granulometría del pigmento como de su índice de refracción y estará en proporción con el índice de refracción del medio - cuanto mayor sea esta proporción, más opaca será la película de color -. *"En general, se puede decir que el poder cubriente de un pigmento depende de su índice de refracción respecto del aglutinante, de la dimensión media de sus partículas y de la tonalidad de su color. Para los pigmentos claros son, sobre todo, el índice de refracción y su granulometría lo que determinarán su poder cubriente. Para los pigmentos oscuros, es, por el contrario, su capacidad de absorción de la luz"*⁴².

b. Poder cubriente: Es la capacidad que tiene un pigmento de ocultar una superficie, fondo o capa inferior, por lo que el poder cubriente de un pigmento será mayor cuanto menor sea la cantidad necesaria del mismo para ocultarla. Va a depender de la naturaleza o composición química del pigmento, su grado de pureza, el tamaño de sus partículas y la forma de su grano, así como de su índice de refracción. Por lo general, un pigmento tiene un mayor poder cubriente cuanto más finos son sus granos, o cuanto mayor es su grado de molido. Algunos pigmentos pueden ser más transparentes e incoloros cuando su

⁴² MATTEINI & MOLES: *La Química nel restauro*. Op. Cit. Pág. 15.

grano es muy grueso. Al someterlos a un mayor molido, pueden volverse de una tonalidad más intensa ya que aumenta la opacidad con la división de las partículas, debido a que el pigmento va a tener una mayor difusión de la luz en todos los sentidos.

Como ya se ha comentado anteriormente, también el aglutinante empleado puede influir en el comportamiento de los pigmentos acentuando o disminuyendo su poder cubriente.

c. *Intensidad o color del pigmento*: como en el caso anterior, la intensidad de un pigmento va a depender, entre otros factores, de la cantidad de luz que incida sobre el mismo, de su naturaleza, el grado de pureza, el tamaño de las partículas, del aglutinante a emplear y de su capacidad de absorción de la luz, así como del fondo sobre el que éste se deposita, el cual podrá modificar la reflexión y difusión de la luz, sobre todo si es blanco. La intensidad del color viene determinada por la cantidad necesaria de pigmento que se requiera; cuanto mayor sea la cantidad de pigmento a emplear, menor será su intensidad de color.

La intensidad de color de un pigmento es independiente de su poder cubriente. De hecho, hay pigmentos con un bajo poder cubriente y

una alta intensidad, como la laca de granza, y pigmentos de alto poder cubriente y baja intensidad, como el amarillo de Nápoles. La intensidad puede ser determinante a la hora de realizar las distintas mezclas para obtener tonalidades medias o gradaciones de color.

. Propiedades químicas

Los pigmentos comprenden una gran variedad de componentes químicos; dependiendo de la composición variarán sus propiedades químicas. Las características ideales a la hora de escoger un pigmento estarían en función tanto de su estabilidad química - es decir, químicamente inertes, o en la medida de lo posible -, como de su estabilidad a los agentes externos, tanto físicos como químicos. Es decir, insolubilidad en el medio y, en general, a la presencia de disolventes incluida el agua, resistencia a los agentes que puedan descomponerlo y ser inerte con respecto a las sustancias con que debe ser mezclado, incluido otro pigmento.

Normalmente, la composición de un pigmento no suele alterarse a temperaturas altas ni, en principio, al contacto con ácidos o bases fuertes, pero la luz, el aire, y los agentes contaminantes en asociación

con la humedad, pueden modificarla de forma singular o progresivamente. Los pigmentos pueden reaccionar cambiando su composición y, por tanto, su color. Para que un pigmento sea apto para ser utilizado, debe presentar la mayor estabilidad química en las condiciones a las que debe estar sometido. Es, pues, importante conocer su comportamiento frente a estos factores para evitar que se distorsionen o cambien las características por las que este pigmento fue escogido evitando, así, reacciones indeseadas. La mayor parte de estos cambios en su composición se traducen en alteraciones de color principalmente, bien aclarando, oscureciendo o cambiando a otra tonalidad totalmente distinta en función del cambio que experimenten, o se vuelven pardos. Los efectos de estas reacciones, frente a los diversos agentes causantes del deterioro no pueden explicarse de forma general, cada pigmento estará sometido a determinadas acciones y sus efectos pueden ser tan imprevisibles como complejos. Veamos, pues, aquellos agentes más comunes que pueden producir algún tipo de alteración en los pigmentos:

. Estabilidad a los agentes físicos

a. La luz: Ésta, afecta, en mayor o menor medida, a casi todos los pigmentos. Dependiendo de su composición, los efectos aparecerán en

mayor o menor grado y en un período de tiempo más o menos largo. La luz, tanto natural como artificial, es la causante de ciertas reacciones fotoquímicas cuyo resultado puede ser el oscurecimiento o desvanecimiento de los tonos originales del pigmento. Este efecto se ve incrementado en presencia de la acción combinada de la temperatura y la humedad relativa ambiental. La mayor parte de los pigmentos que contienen sustancias orgánicas en su composición son menos estables a la luz que los de origen inorgánico. Los primeros tienden a decolorarse, acelerándose este proceso en presencia de humedad. Los segundos pueden estar sujetos a reacciones químicas que los alteran o los degradan. La acción de la luz es más acusada cuanto mayor sea la cantidad de radiaciones ultravioleta que contenga. En otros casos, es la luz el agente acelerador, catalizador o activador de otros procesos de degradación de los pigmentos.

b. El agua: No se puede decir que, en general, el agua pueda ser un agente causante de alteraciones y degradaciones en el pigmento; de hecho, es el disolvente en numerosas técnicas polícromas y pictóricas como el temple, acuarela o témpera. La humedad no se puede decir que sea por sí sola un agente agresivo. Si está asociada a otros agentes es cuando puede facilitar la reacción de degradación, máxime si es

portadora de sustancias en disolución que sí pueden dar lugar a reacciones, o aumentar la velocidad de aparición de otros procesos de degradación. También facilita la proliferación de microorganismos que pueden afectar al pigmento. El efecto del agua, o la humedad ambiental condensada, puede actuar sobre los pigmentos que sean solubles en ella, como sería el caso de las anilinas, también empleadas en la policromía de la escultura, o actuar desplazando las partículas de pigmento de unas zonas a otras de la obra provocando efectos ópticos como cambios de tonalidad por acumulación excesiva de pigmento en unas zonas y ausencia del mismo en otras.

c. La temperatura: Es el calor, el exceso de temperatura, lo que puede alterar o degradar un pigmento. La mayor parte de los pigmentos son capaces de soportar temperaturas relativamente altas. Sin embargo, algunos de origen natural principalmente, pueden verse afectados en su composición bajo los efectos de éstas. Así, algunas tierras, en presencia de altas temperaturas, modifican su estructura cristalina y con ello su color ⁴³ Como en casos anteriores, el calor, más que un agente de deterioro en sí, es otro activador más de los distintos procesos y

⁴³ Ver: GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L.: *Examen Científico Aplicado a la Conservación ...* Op. Cit. pág. 35.

reacciones que pueden alterar o degradar al pigmento ocasionados por la presencia de otros factores como la luz o la humedad.

d. El aire: Es otro factor de deterioro y alteración de algunos pigmentos y, más que el aire, alguno de sus componentes, principalmente el oxígeno, causante de todos los procesos de oxidación con la consiguiente transformación de la naturaleza del pigmento, sobre todo de los pigmentos orgánicos que son más sensibles a esta acción; aunque hay pigmentos inorgánicos minerales, como el blanco de plomo o el minio, como ejemplo de oxidación, que cambian su tonalidad por efectos de la misma, volviéndose pardos. El anhídrido carbónico presente en el aire en combinación con la humedad, también puede implicar reacciones complejas en algunos pigmentos, sobre todo en aquellos que contienen óxidos o carbonatos en su composición.

Pero el factor principal de deterioro del aire es la presencia de contaminación atmosférica. El aire transporta, además de sus componentes específicos, otros elementos, como partículas sólidas, que pueden llegar a mezclarse o depositarse en el pigmento, cambiando o enmascarando su tonalidad, esporas de hongos y otros microorganismos, considerados potencialmente como agentes de deterioro, y gases

polucionantes como el sulfuro de hidrógeno, que pueden provocar reacciones químicas en los pigmentos produciendo una decoloración o cambio de tonalidad de los mismos.

. Estabilidad a los agentes químicos

Ya se han comentado algunos efectos que se ocasionan por la presencia de agentes que pueden provocar reacciones químicas y, por tanto, cambios en la composición del pigmento, ocasionando efectos principalmente de cambios de tonalidad como es el caso de los gases contaminantes presentes en una atmósfera polucionada, o el caso del oxígeno. Otros efectos, además de los mencionados anteriormente, serán aquellos que puedan ser causa de la presencia de ácidos, bases e, incluso, el propio aglutinante y la mezcla con otros pigmentos que pueden dar lugar a reacciones químicas.

a. Ácidos: Están presentes en la contaminación atmosférica; su acción es más acusada en presencia de humedad relativa alta que actúa como catalizador de la reacción y diluyente del ácido favoreciendo su acción. La acción del ácido sulfúrico, por ejemplo, puede afectar a todos los pigmentos que contengan metales en su composición, con los cuales

forma sulfuros negros, como es el caso del plomo del albayalde o de la plata en hojas o panes.

b. Bases: Algunos pigmentos pueden verse afectados ante la presencia de bases. Esto habrá de tenerse principalmente en cuenta en técnicas como el fresco en el que la cal apagada o hidróxido cálcico empleada en esta técnica es una base fuerte; técnica ésta que no se emplea en la escultura policroma, por lo que no viene al caso. Solo comentar que los pigmentos menos estables ante la presencia de bases son los de composición orgánica como el blanco de plomo, el minio, la azurita, el cinabrio y el azul de Prusia, principalmente.

c. Aglutinantes: Los pigmentos no deben reaccionar con él, o con el disolvente, ni modificar, por tanto, su aspecto o su composición. Este sería el caso de la cal en la pintura al fresco, que ya hemos comentado, o el de algunos aglutinantes sintéticos y sus disolventes, cuyo empleo en la policromía de la escultura en madera cada día va más en aumento. Algunos pigmentos pueden verse afectados ante la presencia de determinados disolventes o aglutinantes, formando con ellos no una suspensión sino una disolución como causa de una verdadera reacción química. Así pues, los pigmentos que pueden utilizarse con mayor

seguridad serán aquellos que, según la clasificación general de los materiales por su enlace químico, estén entre los comprendidos en los de tipo metálico - metales y aleaciones -, covalentes - derivados del silicio - e iónicos - minerales, tierras y algunos sintéticos -, principalmente⁴⁴ .

Hay situaciones en las que el propio pigmento puede reaccionar con el aglutinante en beneficio de la película pictórica resultante. Es el caso, por ejemplo, de algunos pigmentos básicos que pueden favorecer el secado del óleo y mejorar la consistencia de la película al formar jabones.

d. Mezclas con otros pigmentos: Los pigmentos tienen una composición química y pueden ser, a su vez, ácidos, de carácter neutro o básicos, por lo que pueden reaccionar químicamente con otros pigmentos dando lugar a sustancias con distintas propiedades a las originales. Estas reacciones se sabe que son menos acusadas en técnicas oleosas y más llamativas en técnicas acuosas, al actuar el agua como medio favorecedor de la reacción. Así, según M. L. Gómez González⁴⁵ ,

⁴⁴ Ver: BABOR/IBARZ: *Química General* ... Op. Cit. págs. 200 a 226: *Tipos de enlace químico y propiedades*.

⁴⁵ GOMEZ GONZALEZ, M. L.: *Examen Científico Aplicado* ... Op. Cit. págs. 36 y 37.

"los pigmentos que contienen plomo - albayalde, minio, ... - son incompatibles con los de azufre - bermellón, azul ultramar, ... -, ya que al reaccionar pueden dar lugar a la formación de sulfuros de plomo, de color negro. Los pigmentos a base de cobre en su composición - malaquita, verdigrís, ... - no deben mezclarse con los que contienen azufre - amarillo cadmio, bermellón, ... - en técnicas al temple, ya que producen sulfuros de cobre de tonalidades pardas a negro".

Aglutinantes

Los aglutinantes son los medios empleados para envolver el pigmento; son compuestos moleculares que se mezclan con el pigmento formando suspensiones, y con ello poderlos extender y aplicar sobre cualquier superficie formando una película. Éste tendrá como principales funciones, por un lado, como ya se ha comentado, la de envolver las partículas de pigmento, por otro la de ejercer de adhesivo que adhiera tanto estas partículas de pigmento entre sí como con la capa de preparación subyacente. En determinados casos, el aglutinante, además, actúa como protector de los pigmentos frente a las acciones de los agentes externos que pueden degradarlos. La elección de un determinado

tipo de aglutinante, determinará la técnica de ejecución de una policromía.

Clasificación de los aglutinantes

Según su naturaleza química, los aglutinantes pueden clasificarse en:

- Lipófilos: Compuestos orgánicos de origen natural, de procedencia tanto animal como vegetal. Se corresponden con los conocidos tradicionalmente como aglutinantes grasos, constituyendo las técnicas oleorresinosas. Generalmente están constituidos por una dispersión del pigmento en un medio oleoso. Los más usados a través de la historia han sido los aceites secativos y semisecativos, las ceras, los bálsamos y las resinas naturales y bitúmenes.

- Hidrófilos: Compuestos orgánicos de origen natural, de procedencia tanto animal como vegetal. Se corresponden con los conocidos tradicionalmente como aglutinantes magros, constituyendo las técnicas al temple. Forman una dispersión del pigmento en una solución acuosa y generalmente contiene un adhesivo que contribuye a

fijar el pigmento. Los más usados son las colas animales, colas de caseína, las gomas y la clara de huevo.

- Emulsiones: Se denominan también aglutinantes mixtos. Son aquellos en los que intervienen, en mayor o menor medida, tanto aglutinantes grasos como magros. Según sea su composición, pueden ser emulsiones magras si predomina el elemento acuoso, y emulsiones grasas si el componente preferente es graso. A estos grupos pertenecen los aglutinantes más característicos de la pintura, tanto en la técnica al óleo como en la del temple. Las emulsiones magras han constituido el aglutinante por excelencia en la técnica al temple, que cayó en desuso tras la aparición de la pintura al óleo, si bien sigue usándose, sobre todo, en algunos acabados policromos de la escultura.

- Aglutinantes sintéticos: Son compuestos orgánicos obtenidos mediante procedimientos químicos. Se fabrican a escala industrial y han llegado a invadir el campo de las técnicas pictóricas, tanto de la pintura industrial como de la artística. Las principales resinas sintéticas empleadas en la pintura artística y adoptadas, así mismo, para la policromía escultórica, son las nitrocelulósicas, las dispersiones de látex, y los acetatos de polivinilo, siendo los materiales pertenecientes al grupo

de los plásticos los que más aceptación y mayor campo de aplicación obtienen en la pintura artística. Como ventajas, frente a los productos de origen natural, tienen propiedades físicas y químicas muy distintas; suelen ser inertes químicamente y, por tanto, inatacables por los ácidos y bases y, muy importante, por los agentes atmosféricos. Sus propiedades mecánicas los hace resistentes a la rotura y al desgaste, son de fácil teñido y tienen gran elasticidad. Son, además, productos que pueden ser comercializados y fabricados a nivel industrial y a gran escala, lo que facilita al artista su adquisición y, por tanto, su utilización, unido a solidez de la permanencia de las tonalidades originales y la rapidez de secado o curado de estos productos y su fácil manejo y aplicación.

Propiedades de los aglutinantes

. Propiedades físicas o mecánicas

Estas propiedades representan un papel muy importante a la hora del envejecimiento y comportamiento de la película polícroma. Las más destacables a tener en cuenta serán aquellas relacionadas con la porosidad y permeabilidad, la dureza de la película una vez seca, su flexibilidad y elasticidad y su poder adhesivo.

a. Permeabilidad y porosidad del aglutinante: La permeabilidad de una película es la facilidad de la misma para poder ser penetrada o atravesada por un fluido, tanto en forma de gas o vapor como líquido; dependiendo esta propiedad de los poros, orificios e intersticios o fisuras que posea la película de color. La permeabilidad y porosidad van a depender de la naturaleza del aglutinante, es decir, de sus componentes, del modo de formación de la película y del deterioro o evolución de su envejecimiento. Esta propiedad influye en el grado de deterioro o alteración que pueda ocasionarse en una película de color. Así, las películas muy porosas tenderán a dejar pasar humedad o gases contaminantes procedentes de una atmósfera polucionada, que podrán ser causantes de futuros deterioros o alteraciones en la misma. Las superficies policromas con demasiados poros e intersticios o fisuras serán muy propicias para la acumulación de polvo, esporas de hongos y penetración de otros ataques biológicos como bacterias e insectos xilófagos. Las películas poco porosas supondrán una barrera frente a los agentes antes referidos, en la medida en la que estas películas se conserven en un aceptable estado de conservación.

b. Dureza: La dureza de la película formada es su resistencia para dejarse penetrar, deformar, romper, cortar, arañar, etc. ... Ésta depende

de numerosos factores, entre ellos de las interacciones moleculares de los elementos que la componen. Así, las películas elaboradas por aglutinantes a base de resinas naturales poseen una dureza media que las hace aceptables para permanecer el mayor tiempo posible resistentes a la fractura. Pero esta propiedad aumenta en las resinas sintéticas, en mayor grado en las de propiedades termoestables o termoendurecibles que las termoplásticas frente a las termofundibles. En ocasiones, como ya se ha comentado, los pigmentos que son empleados en la mezcla influyen en la dureza de la película. Así mismo, la dureza está directamente relacionada con la flexibilidad. Una película debe presentar la suficiente resistencia o dureza como para no sufrir deformaciones o roturas ante una determinada tensión, pero, al mismo tiempo, no debe ser excesivamente rígida, ya que la rigidez puede conllevar películas demasiado quebradizas; éstas deben ser lo suficientemente flexibles como para poder amoldarse a las distintas acciones mecánicas a las que pueda estar sometida, principalmente a los movimientos del soporte.

c. Flexibilidad: Es la capacidad que puede tener la película formada para poder estirarse sin romperse. Este estiramiento puede producirse bien por flexión, torsión o tracción. La flexibilidad de una película viene determinada por la plasticidad y elasticidad de la misma.

La plasticidad debe ser tal que la capa o película de color se amolde a las distintas tensiones mecánicas a las que pueda estar sometida sin romperse ni deformarse. La elasticidad determinará el poder o propiedad de los materiales a volver a su posición original una vez se deja de aplicar la tensión que ha dado lugar a la deformación, volviendo a recuperar sus características originales. Algunas sustancias empleadas como aglutinantes son poco flexibles; es el caso de las resinas de origen natural usadas tradicionalmente. Este hecho se puede suplir mediante la adición de sustancias plastificantes que tienen como propiedad el mejorar la flexibilidad de una película sin modificar sus características originales. Hay que tener en cuenta que la flexibilidad de los materiales disminuye con el paso del tiempo, es decir, con el envejecimiento natural de los mismos. De igual manera, la exposición a determinados agentes externos, como veremos en el apartado referente a su estabilidad frente a los mismos que se desarrollará más adelante, también puede influir en la disminución de su elasticidad y plasticidad.

d. Poder adhesivo: El aglutinante debe tener el suficiente poder adhesivo como para envolver y unir las partículas de pigmento. Así mismo, la película que forme el aglutinante con el pigmento debe tener la suficiente capacidad adhesiva como para permanecer unida a un

soporte o capa subyacente, en este caso al estrato de preparación. La causas de adhesión vienen, además, condicionadas por las características que presente la superficie que recibe la película polícroma, es decir, su porosidad, índice de absorción e irregularidades. Éstos factores, presentes en la capa o estratos de preparación, potenciarán las propiedades de adhesión de la película de color. De igual modo, la compatibilidad entre las sustancias empleadas en ambas capas favorecerá o impedirá la adecuada adhesión de las mismas. En ocasiones, la presencia, por ejemplo, de un componente oleoso o suciedad grasa en la preparación impedirá la fijación de una película pictórica de carácter magro o de una emulsión acuosa por su carácter hidrófobo. La presencia o adición de plastificantes o disolventes empleados en exceso en la película polícroma también podrán perjudicar la adecuada cohesión entre ambos estratos.

. Propiedades ópticas

La principal propiedad óptica del aglutinante debe ser su transparencia y ausencia de color; su función principal radica en que debe mantener las propiedades cromáticas del pigmento, al menos en principio, y no modificar ni alterar sus propiedades ópticas. Es obvio,

como ya se ha comentado a lo largo del desarrollo del apartado anterior referente a las propiedades de los pigmentos, que, por transparente e incoloro que éste pueda ser, como medio material interfiere en la reflexión y refracción de la luz; siendo necesario, por tanto, que "*no solo no disturbe sino que contribuya positivamente al efecto cromático y estético del film pictórico*"⁴⁶. En este sentido tendrá una particular importancia el tipo de superficie que forme la película de color - superficies perfectamente lisas o planas darán como resultado excesos de brillos, superficies demasiado rugosas, granulosas o irregulares le conferirán un aspecto demasiado mate -. Estas propiedades ópticas del aglutinante pueden mantenerse en un primer estadio de tiempo, ya se sabe que con el envejecimiento natural de los materiales constitutivos y los efectos de los agentes externos estas propiedades pueden modificarse con el paso del tiempo. Lo que es necesario es que permanezca inalterable el mayor tiempo posible.

Otros factores intervendrán de forma determinante a la hora de potenciar o disminuir las propiedades ópticas de un aglutinante, a saber: su viscosidad, formación de la película y secado de la misma, así como su concentración y el empleo de aditivos y diluyentes.

⁴⁶ MATTEINI, M. e MOLES, A.: *La Chimica nel Restauro*. Op. Cit. pág. 59.

. Formación de la capa policroma

Es importante conocer el comportamiento del secado o formación de la película de policromía ya que de ello puede depender el que el escultor o policromador pueda tenerlo en cuenta a la hora de escoger el tipo de aglutinante a emplear para obtener los resultados de acabado deseados. La formación de la película de color supone el cambio físico de la emulsión, sin por ello perder sus características específicas, pasando de una fase líquida que favorece su aplicación a una fase sólida. Esta transformación puede llevarse a cabo siguiendo un proceso físico o mediante una reacción química, incluso, en ocasiones, llevándose a cabo ambos procesos de forma conjunta.

No obstante, el proceso de secado dependerá, sobre todo, de la temperatura y la humedad ambientales, así como del tipo de preparación empleada. En ocasiones, el pigmento tendrá un papel importante en el proceso de secado de determinadas técnicas policromas, pudiendo retardar o acelerar el mismo⁴⁷.

⁴⁷ BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*. Op. Cit. págs. 227 y 228: *Secado de los colores al óleo corrientes*.

a. Por procesos físicos

El proceso de secado se lleva a cabo siguiendo un cambio físico del estado líquido del aglutinante a un estado sólido, o bien por solidificación de los materiales que lo componen. El segundo caso no es muy habitual que se produzca de forma general en una película de color, ya que pocas sustancias tienen esta propiedad, salvo las ceras naturales, algunas gomas y los bitúmenes, que no suelen emplearse solas como aglutinantes sino junto con otras materias, en lo que se refiere a técnicas de policromía. De todos es conocido que así es como funciona el proceso de secado de otras técnicas pictóricas como la encaústica, en la que el aglutinante se aplica en forma fluida o líquida por fundición del mismo, secando por solidificación una vez llega a alcanzar las condiciones normales de temperatura en las que permanece en este estado físico. Con relación a las técnicas habituales de policromía, lo común es que cambien su estado físico de fase líquida a sólida por pérdida de alguno de los componentes del aglutinante, es decir, por evaporación del disolvente o componente volátil. Ello implica, por lo general, una pérdida de materia que, dependiendo de cada material utilizado como aglutinante, será más o menos acusada. Estos procesos ocurren tanto en técnicas al temple, como al óleo o en técnicas mixtas.

Ya, cuando se hablaba del comportamiento del pigmento con el aglutinante en el apartado anterior, exponíamos como la contracción o pérdida de materia y espesor es mayor en las técnicas al temple y menor o casi nula en la técnica al óleo. Los procesos de secado que entrañan una pérdida de volumen influyen en las condiciones de acabado de la película y en sus propiedades ópticas. De igual modo interviene el tiempo de secado necesario para cada aglutinante o resina empleada en el mismo, aunque también dependerá de su concentración y viscosidad. En ocasiones, el tiempo en el que la mezcla permanezca en estado líquido puede conllevar transformaciones en cuanto al estado final de la superficie policroma, como provocar desplazamientos de la capa en zonas en las que sea aplicada en capas gruesas, o de cierto espesor, formando irregularidades no deseadas. Durante el proceso de secado, mientras el aglutinante permanece en estado viscoso o semiseco, sus propiedades adhesivas pueden ocasionar la acumulación de polvo y suciedad superficial; es lo que se conoce como adhesividad residual, provocada por la retención del disolvente debido a un proceso de secado no adecuado en el que la película pictórica permanece reblandecida internamente durante un período de tiempo demasiado prolongado. La pérdida de volumen durante el proceso de secado de la película pictórica puede entrañar, dependiendo de otros factores como, por ejemplo, el

poder adhesivo y compatibilidad entre los distintos estratos, la aparición de fisuras y craquelados prematuros por contracciones bruscas y defectos de secado al no hacerlo de forma homogénea.

b. Por reacciones químicas

Es el caso específico del proceso de secado de los aglutinantes constituidos por resinas de origen sintético. Estos procesos pueden entrañar, o no, una pérdida de volumen. En general, las resinas sintéticas principalmente empleadas como aglutinantes - acrílicas - suelen endurecer con pérdida del disolvente. La reacción de endurecimiento o secado de las resinas sintéticas se originan bien por condensación, bien por adición. Aquellas que impliquen polimerización por adición experimentarán una contracción mínima al no suponer una pérdida de volumen excesiva, ya que no conlleva la pérdida de alguna sustancia. En las originadas por condensación, la resina experimenta contracciones durante el proceso de endurecimiento o polimerización.

Así mismo, cabe incluir aquellos aglutinantes de origen natural que secan por oxidación, como ocurre con los aglutinantes en los que aparecen aceites secativos en su composición, característico de las

técnicas al óleo, en las que el proceso de secado se produce, en parte, por una reacción química en la que interviene el oxígeno, la luz y la presencia de sales metálicas - secativos de cobalto, manganeso y plomo - que actúan como catalizadores del proceso.

. Concentración de la mezcla

Como ya se ha comentado en un apartado anterior cuando se hablaba de las propiedades de los pigmentos, se ha referido la importancia, no solo de las "preferencias" que cada pigmento puede tener por un determinado aglutinante comportándose de diferentes maneras en función del utilizado; de igual modo, también se ha indicado el hecho de que cada pigmento requiere, en el caso del óleo como ya se ha referido, una determinada cantidad del mismo para que se mantengan sus propiedades originales sin modificarse. Naturalmente cada pigmento, y cada aglutinante, tienen de por sí una evolución determinada en el proceso de envejecimiento que no se puede evitar, pero sí el hecho de acelerarlo, modificarlo o alterarlo. La cantidad específica y necesaria que cada pigmento requiere es una medida que asegura una capa de policromía con una cohesión normal, en la que las partículas de pigmento se encuentren envueltas y adheridas entre sí y, al

mismo tiempo, correctamente unidas a la capa subyacente. Alterar la composición o concentración del aglutinante puede influir en su poder cubriente y producir una falta de cohesión entre las partículas de pigmento y una débil adhesión a la capa inferior. Es el caso, por ejemplo, del empleo de aglutinantes oleosos, en los que el exceso de aceites en la mezcla puede influir en el progresivo cambio de tonalidad de la misma. El pigmento queda envuelto en una película que al envejecer y oxidar amarillea, enmascarando la tonalidad original del mismo. También se pueden provocar corrimientos y desplazamientos de la película durante el secado, alterar su secado normal ocasionándose craquelados prematuros, o contracciones excesivas del aglutinante, con la consiguiente aparición de deformaciones de la película e, incluso, alargar el proceso de secado normal. Como ya se ha comentado anteriormente, el retardar este proceso en una película de color puede ocasionar adhesividad residual; la película permanece en estado viscoso o semiviscoso mayor tiempo atrayendo partículas de polvo y suciedad. Es, pues, importante utilizar la concentración adecuada a cada técnica y pigmento para poder obtener los resultados deseados.

Otro factor a tener en cuenta en la concentración es la viscosidad que debe tener cada una de las resinas que se emplean en un aglutinante.

La viscosidad que requiere cada una de ellas influirá en su poder de adhesión a las capas inferiores sobre las que se aplica. La viscosidad se puede definir como la resistencia que tiene un fluido al deslizamiento con relación a la superficie sobre la que se aplica y su grado de inclinación. Así mismo, influye en las características de acabado y textura que se deseen conseguir, manteniendo empastes, huellas de pincel o, por el contrario, facilitando la eliminación de posibles irregularidades no deseadas que se puedan ocasionar durante su aplicación. Incidirá en su fácil manejo y aplicación, favoreciendo el hecho de que se permita aplicar capas de color sucesivas, sin que se mezclen entre sí, incluso cuando la inferior permanezca aún en estado semiviscoso o semiseco. Sin olvidar que, en todo el proceso, entrará a formar parte la fuerza de la gravedad, el grosor de la película y la tensión superficial propia de cada aglutinante.

Los diversos ingredientes "*no se mezclan a capricho, sino en dosis determinadas para que no alteren la cohesión, la homogeneidad y el buen secado de la mezcla o emulsión*"⁴⁸. Si las dosis son escasas el resultado puede ser una película que con el tiempo se vuelva pulverulenta. Si las dosis de los distintos ingredientes que entran a

⁴⁸ BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*. Ed. Noguer. Madrid-Barcelona, 1965. pág. 190.

formar parte del aglutinante son excesivas, la película acabará por craquelar.

Cuando se recurre a las mezclas comerciales que vienen ya preparadas por la industria, es necesario mantener las condiciones de concentración de las mismas. Se pueden diluir mediante la adición de los disolventes adecuados, no agregando aglutinante, pero difícilmente se puede aumentar la concentración para obtener mezclas más viscosas o películas de mayor espesor. El hecho de modificar concentraciones disminuye las propiedades de cohesión entre las partículas del pigmento y de adhesión a las capas inferiores si esta operación no se hace adecuadamente. Es, pues, necesario recurrir a la realización manual de las mezclas para obtener concentraciones adecuadas y homogéneas, en el caso de que las ya preparadas no se ajusten a los deseos del artista. Los preparados industrialmente de que dispone el comercio, vienen en una concentración adecuada a cada pigmento y con una fluidez o viscosidad media apta para poder ser aplicada en condiciones generales. Su composición no suele indicarse en el recipiente o envase en el que se presenta y modificar alguno de sus componentes puede alterar las propiedades de la película.

A título ilustrativo, cuando, por ejemplo, se desea aumentar el grado de viscosidad de una mezcla ya preparada, independientemente de la naturaleza del aglutinante, se recurre frecuentemente a la adición de pigmento o de una carga inerte, con lo que se está modificando la cantidad de aglutinante específico que cada pigmento requiere, disminuyendo su proporción. Las partículas de pigmento no quedarán suficientemente envueltas en el aglutinante, ocasionándose faltas de cohesión entre ellas y pérdidas de adhesión a las capas inferiores sobre las que se aplica, con la consiguiente aparición de craquelados prematuros, levantamientos, estratificaciones, ...

. Propiedades químicas

La principal característica que todo aglutinante debe poseer es su estabilidad química. La transformación química de un aglutinante conlleva alteraciones tanto de sus propiedades mecánicas como ópticas, y ésta puede venir determinada por la influencia de los agentes externos a los que el aglutinante está expuesto. Así, debe ser suficientemente estable a la luz, humedad, contaminación atmosférica, temperaturas elevadas, etc.,...; todos ellos, agentes que son susceptibles de ocasionar reacciones o cambios químicos en la película de color. En otro orden de

cosas, el aglutinante tiene, entre otras funciones, aunque en un grado menor que un barniz, que ejercer una acción protectora del pigmento. Así, debe crear una barrera frente a la humedad y las agresiones de sustancias ácidas o básicas, o los disolventes que posteriormente puedan ser empleados en la limpieza de una policromía, garantizando, de esta manera, una mayor estabilidad de la película de color. De igual modo, el aglutinante tendrá que ser compatible con el pigmento a emplear en la mezcla; no debe reaccionar químicamente con él ni modificar sus propiedades físicas, ópticas o químicas.

. Estabilidad del aglutinante a los agentes externos

El deterioro y la alteración de la mayor parte de las sustancias que entran a formar parte de un aglutinante se deben a la acción de los agentes externos, tanto físicos, como químicos o biológicos, existentes en el medio ambiente en el que está inmerso. La solidez de una película polícroma vendrá determinada, en parte, por la estabilidad o resistencia que el aglutinante tenga frente a estos factores.

Los principales agentes externos causantes de alteraciones y degradaciones de los aglutinantes son la humedad ambiental o el agua, la

iluminación, la temperatura y algunos efectos de la contaminación atmosférica. Éstos, a su vez, podrán actuar como agentes químicos capaces de ocasionar reacciones en el aglutinante que deriven en cambios o transformaciones estructurales y en sus características y propiedades originales. De igual modo, podrán ser causa de otras alteraciones propiciando la proliferación de ataques biológicos como bacterias, hongos y mohos o insectos xilófagos.

a. La luz: Es la causante de las reacciones fotoquímicas, principalmente la presencia de las radiaciones ultravioletas, que pueden originar cambios estructurales en la película de color. En general, actúa como catalizador, acelerador o activador de otros procesos de alteración. Origina el oscurecimiento progresivo y definitivo de los aceites presentes en los aglutinantes de las técnicas al óleo, promoviendo la oxidación de los mismos con la acción combinada de la temperatura, el oxígeno del aire y la humedad.

b. La temperatura: Es otro factor de envejecimiento de los materiales, en especial los de origen orgánico. Influye en los procesos de secado y formación de la película, y en el grado higrométrico ambiental, el cual fluctuará en función de su incremento o disminución. También

actúa sobre determinados componentes de los aglutinantes que presentan un punto de fusión o de reblandecimiento demasiado bajo. Determinados componentes como ceras, colas animales y algunas resinas se ablandan con un exceso de temperatura que, en algunos casos, no tiene porqué ser demasiado alta. Las colas animales, por ejemplo, comienzan a reblandecerse hacia los cuarenta grados centígrados; subiendo más la temperatura, pueden perder sus cualidades como adhesivos, provocándose, incluso, la degeneración de las mismas y ocasionando pulverulencias y faltas de cohesión o adhesividad entre las distintas capas o entre las propias partículas de pigmento. Como en el caso de la luz, la temperatura es un factor desencadenante o favorecedor de otras reacciones que pueden alterar o degradar la película polícroma o colaborar en la proliferación de ataques biológicos.

c. El agua: Como también se ha comentado, el agua, o la humedad, por sí sola, no actúa de forma determinante en procesos de alteración y degradación de los aglutinantes, sólo en el caso de que su presencia esté combinada con la luz, contaminación ambiental, el oxígeno de la atmósfera y/o la temperatura. Es favorecedora de ataques biológicos que afectarán principalmente a los aglutinantes proteínicos y actúa como catalizadora de otras reacciones como la oxidación de los

componentes oleosos de la película de color. Las bajas temperaturas, combinadas con un exceso de humedad relativa ambiental, ocasionarán condensaciones de agua en la superficie de la película de color, provocando distintas alteraciones como desplazamientos de pigmentos, motivados por la presencia, entre otros, de aglutinantes de alto poder higroscópico y, como consecuencia, cambios de tonalidad, sobre todo en tonalidades claras o en películas pictóricas de tonalidad uniforme e, incluso, manchas que serán más patentes ante la presencia de otras sustancias que puedan ir disueltas en el agua. Como en el caso de los soportes de carácter higroscópico, determinados componentes de los aglutinantes pueden ser susceptibles de verse afectados por las fluctuaciones de humedad ambiental, respondiendo del mismo modo que lo haría un soporte de madera. Algunos componentes de naturaleza proteínica y determinadas resinas sintéticas como las vinílicas, tienden a hincharse ante la presencia de una humedad relativa ambiental alta, y a contraerse cuando ésta descende. Estos cambios, sobre todo tratándose de fluctuaciones bruscas, ocasionan craquelados en la película polícroma y deformaciones de la misma, pudiendo provocar desprendimientos y pérdidas, en el caso de una acción combinada con pérdidas ocasionales o definitivas de adhesividad por envejecimiento o degeneración de los aglutinantes.

Por lo general, las emulsiones de origen natural, se vuelven insolubles al agua - las más frágiles son las que contienen colas animales en su composición -, mientras que las artificiales o sintéticas, pueden seguir siendo solubles o reaccionar ante la presencia de una humedad relativa ambiental excesivamente alta.

d. El aire y la presencia de ácidos y bases: El oxígeno es el causante de todos los procesos de oxidación de los distintos materiales que pueden constituir una obra de arte, concretamente en este caso en los componentes de la película polícroma. Los aceites que forman parte de la composición de las emulsiones oleosas, y de las técnicas al óleo en general, secan por reacción de los mismos con el oxígeno del aire, provocándose el progresivo oscurecimiento de éstos que afectará a la tonalidad original del pigmento, enmascarándola.

El aglutinante debe ser suficientemente resistente a la acción de ácidos o bases débiles que pueden estar presentes en una atmósfera contaminada o aparecer por la acción de determinados compuestos que puedan emplearse, tanto en una posible restauración de la obra de arte escultórica o en los productos de limpieza empleados para el mantenimiento de las salas que albergan estas obras, y que en cualquier

momento, por descuido o negligencia, llegarían a ponerse en contacto con la capa polícroma de la escultura.

Por lo general, son los aglutinantes de origen natural los que se ven más afectados ante la presencia de ácidos o bases débiles, sobre todo las emulsiones proteínicas o los temples a base de colas animales. Otros aglutinantes, como los sintéticos, pueden verse también afectados por la presencia de éstos. En ocasiones, el poder de penetración y retención de estas sustancias hace que las mismas sigan actuando durante un período de tiempo relativamente prolongado, por lo que los efectos serán de mayor consideración.

Otros productos que pueden afectar a los aglutinantes o las películas de color ya formadas, son los distintos disolventes a los que esta capa podría verse sometida en posteriores intervenciones, por ejemplo de restauración.

Aplicación. Aditivos y diluyentes

No vamos a elaborar aquí un recetario con los distintos tipos de aglutinantes, su composición y proporción. Es claro que existen

numerosos textos, como ya se ha referido en apartados anteriores, de excelente calidad que así lo indican. Solo vamos a exponer algunos casos en los que los procedimientos de aplicación o la utilización de alguno de los distintos componentes que entran a formar parte del aglutinante puedan servir de referencia a la hora de detectar alteraciones o degradaciones en la capa de color. Según se ha comentado, las distintas técnicas que se pueden emplear en la elaboración de una película de color, se clasifican en técnicas al temple, al óleo y emulsiones. Las que se emplean en mayor medida suelen ser precisamente las emulsiones, ya sean magras o grasas. Los componentes de ambas son similares, si bien en unas predominan más unos componentes que otros. Así, en las emulsiones o dispersiones magras, los principales componentes son las proteínas y gomas con cierta cantidad de aglutinante oleoso; las emulsiones grasas suelen estar compuestas por un aglutinante eminentemente oleoso en el que interviene cierta cantidad de componentes proteínicos o magros, incluso resinas. En cualquier caso, y como se ha referido, la composición de cualquier tipo de emulsión debe estar determinada en dosis específicas y bien precisadas para que no se alteren sus propiedades iniciales. Los diversos ingredientes no deben mezclarse a capricho sino en las proporciones adecuadas para no alterar la cohesión, homogeneidad y el

adecuado secado de la película polícroma. Por lo general, si las dosis resultan escasas, puede traer como consecuencia directa la pulverulencia; si las dosis son excesivas, sin duda, se originarán craquelados. En cualquier caso, en función de los resultados que se deseen obtener y de la particular aceptación y manejo de cada una de ellas, el artista empleará con mayor o menor asiduidad aquellas técnicas que le sean más afines. Siempre, teniendo en cuenta sus propiedades y el comportamiento de cada una de ellas. Independientemente de las distintas técnicas que se empleen, éstas pueden ser susceptibles de mejorarse, modificarse o alterar, en cierta medida, su composición mediante la adición de distintos productos que colaborarían a mejorar las cualidades iniciales de la misma, siempre y cuando se conozcan sus efectos sobre la película de color. Del tipo de emulsión a emplear, su composición, los distintos aditivos y diluyentes que se empleen y su aplicación o modo de actuar, dependerá en gran medida la buena conservación de la película polícroma.

Es de vital importancia conocer que se debe trabajar aplicando graso sobre magro y nunca al contrario, ya que así es como mejor se cohesionan las capas, tanto entre los distintos estratos que constituyen la película de color como con la preparación.

En cualquier técnica a escoger es necesario esperar siempre un tiempo prudencial para que las capas subyacentes hayan secado convenientemente, evitando la aparición de deterioros prematuros por un defecto de secado.

Es imprescindible tener en cuenta que, en el caso de recurrir en la ejecución de la técnica elaborando el estrato de color a base de sucesivas capas intermedias, es más recomendable proceder con las primeras más diluidas para terminar, en el caso de que así se requiera, con capas más gruesas o empastadas. De este modo se facilita el correcto secado de las inferiores, por un lado y una mejor adhesión entre ellas y con el estrato de preparación, por otro.

También hay que tener presente que al policromar superponiendo sucesivas capas de color, cada una de ellas deberá ser igual o más flexible que la anterior, si se quiere evitar el riesgo de aparición de craquelados.

En el caso de la utilización de las emulsiones a base de huevo hay que recordar que en éstas, aunque tienen una considerable estabilidad, uno de los componentes de la yema de huevo, la lecitina, no

seca nunca o lo hace muy lentamente. Además, esta sustancia es altamente higroscópica.

En las emulsiones en las que participa la clara de huevo, aunque de buenas propiedades adhesivas, se pueden formar películas muy quebradizas. El principal responsable de ello es la albúmina presente en su composición.

Las emulsiones a base de cola son poco resistentes a los ataques de microorganismos, sobre todo si no se emplean fungicidas, alterándose rápidamente bajo la acción de éstos, pues descomponen los aglutinantes naturales perdiendo, así, sus propiedades adhesivas. A tener en cuenta que, con estas técnicas, algunos pigmentos tienden a decolorarse o aclarar al secar, y que el empleo de una cola demasiado densa tiende a craquelar, mientras que una demasiado fluida se vuelve pulverulenta. Las películas elaboradas con técnicas a base de colas son las más frágiles.

En cuanto a las emulsiones o aglutinantes de carácter marcadamente graso, decir que el principal componente es el aceite y es éste uno de los principales responsables de los posibles efectos que

pueden alterar o degradar la película polícroma. El mayor riesgo puede estar en una incorrecta proporción del mismo. Todos los aceites, en mayor o menor medida, tienden a oxidar y amarillear, ocasionando una distorsión cromática que enmascara la verdadera tonalidad de los pigmentos. El efecto es más acentuado cuanto mayor sea la cantidad de aceite presente en el aglutinante. Los aceites pueden afectar a la correcta formación de la película, así como al correcto secado de la misma. El proceso de secado de este tipo de aglutinantes suele ser muy lento, por lo que se corre el riesgo de recurrir al empleo de secativos que aceleren este proceso, con el consiguiente daño que éstos pueden ocasionar. Es en este tipo de técnicas en las que se ha de hacer un mayor hincapié con respecto al uso de un correcto procedimiento de aplicación, en sucesivas capas como se ha comentado anteriormente, así como proceder siempre empleando el procedimiento de graso sobre magro. Una correcta preparación magra podrá, hasta cierto límite, actuar a modo de esponja, absorbiendo posibles excesos de aceite. Es interesante la propuesta o recomendación que Pedrola I Font⁴⁹ hace a este respecto, sugiriendo que *"los riesgos pueden reducirse empleando este tipo de técnicas oleosas en combinación con determinados aglutinantes sintéticos, como el caso*

⁴⁹ PEDROLA I FONT, A.: *Materials, Procediments i tècniques pictòriques*. Ed. Universidad de Barcelona-Barcanova. Col. Manuals Universitaris, nº 2. Barcelona, 1990. pág. 126.

de las resinas alquídicas, que confieren a la película de color una mayor dureza y elasticidad. De esta manera se obtiene una pintura al óleo semisintética que amarillea menos debido a una menor concentración de aceite" y, sobre todo, al acabar mediante veladuras con estas resinas sintéticas, se consigue que el estrato sea más resistente de cara a una posible restauración. Un caso similar son los procedimientos tradicionales en los que se emplea la técnica mixta de policromar con temple y acabar con retoques al óleo, siempre a modo de veladuras o en capas muy finas, ya que si no se desprenderán más fácilmente, y siempre sobre el temple bien seco. En estos casos el óleo servirá como capa protectora, en cierta medida, de la película subyacente, más perecedera e influenciable por determinados agentes externos - humedad, ataques biológicos, ... -, sobre todo si se emplean temple a base de colas naturales. El procedimiento inverso, temple sobre óleo, no es muy recomendable. En este caso es más difícil el proceso, el temple no se adhiere bien y se transgrede la regla de trabajar graso sobre magro.

Las emulsiones naturales con el tiempo se vuelven insolubles al agua, mientras que las artificiales pueden seguir siendo solubles.

Cualquier técnica ejecutada con presencia de aceites o mediums resinosos tiende a amarillear y oscurecer. El amarilleamiento puede ser primario o secundario. El primero acompaña a los procesos de secado y depende del tipo de pigmentos y de la proporción de estos componentes. Curiosamente suele hacerse más evidente en la oscuridad y, cuanto más recientemente haya sido elaborada la película de color, mayor será el grado de amarilleamiento; al ser expuesta a la luz puede desaparecer en gran medida. El amarilleamiento secundario es el ocasionado por el progresivo envejecimiento natural de estos materiales, es irreversible e inevitablemente progresivo, ocurriendo tanto a la luz como en la oscuridad.

En cualquier técnica o procedimiento, polícromo o pictórico, es necesario tener siempre presente una extraordinaria escrupulosidad a la hora de mantener limpia y seca la preparación que va a recibir cualquier capa o estrato de color. El engrasamiento de la superficie por cualquier causa – el polvo o la presencia de cualquier partícula grasa, tocarla o frotarla, ... -, puede dar como resultado una adhesión irregular entre ambos estratos, defectos de absorción o aparición de manchas no deseadas. Este hecho es más acusado cuando se emplean emulsiones o técnicas eminentemente magras o en determinados procedimientos con

aglutinantes sintéticos. Es el caso de los aglutinantes acrílicos que, por este motivo, pueden correr el riesgo de aparición de abolsados, o desprenderse a modo de película en grandes extensiones debido a su alto grado de plasticidad.

Para terminar, recordar los consejos que M. Bazzi recomienda "... para pintar al óleo obras con garantía de solidez"⁵⁰, que pueden ser extensibles a otras técnicas, a saber:

- 1. Procurar la pureza de los materiales.*
- 2. Emplear los menos secantes posibles.*
- 3. Iniciar el trabajo con colores delgados y áridos, reservando los más grasos para el acabado.*
- 4. Pintar sobre capas bien secas para evitar el riesgo de craquelados.*
- 5. Diluir lo menos posible, esforzándose en emplear pastas más bien sólidas.*
- 6. Para las veladuras, emplear preferentemente barnices grasos".*

⁵⁰ BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*. Op. Cit. pág. 218.

. *Aditivos*

Cuando se respetan las reglas esenciales de las distintas técnicas pictóricas o polícromas, la película de color de una escultura puede permanecer en excelentes condiciones de conservación durante largo tiempo, siempre dependiendo que las condiciones climáticas a las que la obra escultórica, una vez creada sean, por decirlo de alguna manera, aceptables. En estos casos, los estratos polícromos solamente manifestarán los efectos de un envejecimiento natural y, en ciertos casos, los posibles ocasionados por negligencias o accidentes. Añadir ciertas sustancias en proporciones desmesuradas en la composición de un aglutinante puede traer consecuencias más o menos desastrosas, por no decir nefastas, en la evolución material de la escultura. Existen sustancias que pueden ser empleadas como aditivos o como componentes específicos de las distintas técnicas pictóricas o polícromas. Como en casos anteriores, solo referiremos aquellas que se emplean con mayor asiduidad y que pueden entrañar un posible riesgo para la adecuada conservación de la escultura. Es el caso de la adición de bitúmenes, aceites, secativos, trementina de Venecia, sustancias de carácter ácido, gomas o ceras.

Cuando se emplea, por ejemplo, algún tipo de sustancias bituminosas en cantidades excesivas o en capas gruesas en lugar de emplearlo para acabados a base de veladuras, la película resultante difícilmente seca en profundidad, máxime si la policromía va a recibir una capa de protección o barniz. La superficie se vuelve rígida endureciendo más rápidamente que en su interior, que seca más lentamente, por lo que esta capa sufrirá tensiones y contracciones caracterizándose por la aparición de gruesos y profundos craquelados con deformaciones cóncavas, presentando una superficie irregular y ocasionando un desagradable aspecto de la policromía. Además, el betún tiende a perder su tonalidad rojiza por su propensión a oscurecer y volverse negro, afectando, así mismo, a la tonalidad general de la película de color, al menos aparentemente. Este efecto, conocido como "piel de cocodrilo", es el mismo que se ocasionaría cuando el secado de cualquier película de color es demasiado lento debido a una proporción excesiva del medium o aglutinante, sobre todo en técnicas grasas.

El abuso de los aceites secativos y materias grasas ocasiona efectos similares. Se trata de soluciones oleosas de ciertas sales metálicas - plomo, manganeso y cobalto - diluidas en esencia de trementina, que tienen la propiedad de acelerar el proceso de secado de

una emulsión grasa o de la técnica al óleo, pudiéndose llevar a cabo en tan solo unas pocas horas. La mayoría de estos aceites se han empleado como vehículo por excelencia en las emulsiones grasas y en la policromía al óleo, al tener éstos propiedades tales como su grado de viscosidad, fluidez de la mezcla, aceleración del proceso de secado y el grado de elasticidad que mantienen estas películas una vez secas. No obstante, la mayor parte de los aceites secativos tienden a oxidarse, amarillear y oscurecer con el paso del tiempo. El más extendido es el aceite de linaza, de excelentes propiedades secativas, aunque tiende a volverse ácido; otros, como el de adormidera o el de nueces, craquelan fácilmente. Los aceites de soja tienen un secado muy lento y forman una película excesivamente blanda y muy perecedera. El uso de aceites secativos, como su denominación indica, se ha empleado desde antiguo para acelerar el proceso de secado de las emulsiones grasas. Sus riesgos radican, precisamente, en este hecho de alterar el proceso de secado normal, o natural, de una película de color. En proporciones adecuadas, esto no tiene porqué conllevar riesgos para la policromía. Es su uso desmesurado lo que implica la formación de craquelados prematuros, que ya empiezan a aparecer en el momento de comenzar a secarse la película. Acelerando bruscamente el proceso de formación de la película de color se ocasionan defectos de adhesión con las capas o estratos

subyacentes, encogimientos o contracciones bruscas y adhesividad residual al provocarse un secado demasiado rápido de la superficie del film pictórico mientras internamente puede mantenerse reblandecido o en estado semiviscoso. Otros riesgos derivados de la concentración demasiado alta de estos aceites puede llevar a la aparición de encogimientos, deslizamientos y amarilleamientos de la película de color - activan y aceleran el proceso de oxidación, sobre todo en la técnica al óleo -. La policromía se encoge o contrae por el exceso de aceites que tienden a separarse de las partículas de pigmento durante el proceso de secado, dando lugar a deslizamientos de la película que no queda adecuadamente adherida y provocando craquelados prematuros por contracciones de la misma. Son los conocidos como craquelados de secado, que surgen inmediatamente después de la ejecución de la escultura, en este caso de la policromía, ocasionados por efecto de las tensiones que se ejercen en la película de color mientras seca. Aparecen en las técnicas al óleo y, sobre todo, de forma puntual o general, en aquellas zonas con pigmentos con gran absorción de aceite, parcialmente solubles o mezclados de manera no idónea - es decir, mezclas poco homogéneas o mal realizadas -. Estos casos pueden afectar al secado regular de la película polícroma, apreciándose zonas secas frente a otras que aún no han completado este proceso, el cual, dependiendo de otros

factores como el espesor de la capa y su composición, puede prolongarse incluso varios años. Otros efectos serán los derivados del exceso de aceites, que tienden a oxidarse y amarillear prematuramente, o de manera más acusada, en la película de color, enmascarando la verdadera tonalidad del pigmento. Los primeros efectos de amarilleamiento comenzarán a aparecer durante el proceso de secado, aunque dependerá del tipo de pigmentos y de la proporción de aceites en la composición del aglutinante. Los efectos que ocasionan los aceites secativos pueden ser imprevisibles. Cada uno de ellos actuará de diferente manera dependiendo del *medium* y del pigmento con el que se aplique. Determinados pigmentos pueden alterar la efectividad o el poder secativo de estos aceites, como es el caso del negro de marfil o las lacas de granza, que son capaces de retardar el efecto de los mismos. Otros pigmentos, como los compuestos de plomo y los de cobre, aceleran el proceso de oxidación en presencia de secativos. A tener en cuenta que *"los secativos no solo aceleran el proceso de secado de la película pictórica sino que, además, precipitan el proceso de envejecimiento de la misma"*⁵¹. Algunos aceites secativos que se encuentran en el comercio, compuestos de plomo y manganeso, aunque son los más efectivos, tienen el inconveniente de alterar ciertas tonalidades

⁵¹ PEDROLA I FONT, A.: *Materials, procediments ...* Op. Cit. pág. 157.

afectando, principalmente, a los blancos - de titanio y de cinc - y a los azules; siendo recomendable emplear otro tipo de secativos en el caso de recurrir a estos pigmentos. Los secativos a base de manganeso tienden a oscurecer la tonalidad original de la película de color al oxidar con una profunda tonalidad parda. Los secativos a base de plomo tienden a ennegrecer al oxidar. Si bien el empleo de secativos, además de acelerar el proceso de secado, confieren fluidez, pastosidad y luminosidad, tiene, como contraprestación, el conferir a la película de color mayor opacidad, oscurecimientos no deseados, brillos y, en algunos casos, excesiva dureza con la polimerización de éstos, pudiendo provocar pulverulencias y disgregaciones a medio o largo plazo. En cualquier caso estamos de acuerdo con Pedrola I Font, cuando recomienda no sólo el "*no abusar de los secativos, sino más bien abstenerse de emplearlos; la mejor solución es no interferir en el proceso de secado natural de la película pictórica, dejando intervenir a factores tales como la luz, la temperatura y el aire que favorecen este proceso*"⁵².

Aunque no está muy extendido, el empleo de vinagre en las emulsiones magras no es recomendable. El efecto que con su uso se consigue es el de conferir una mayor fluidez a la mezcla, pero conlleva

⁵² PEDROLA I FONT. A.: *Materials, procediments ...* Op. Cit. pág. 173.

los inconvenientes que como sustancia de carácter marcadamente ácido puede ocasionar sobre los distintos componentes de la escultura. Los efectos son más acusados en los pigmentos azules, si bien su presencia evitará que la película se corrompa al ser atacada por bacterias y hongos, debido a sus propiedades fungicidas. Los aglutinantes a base de colas que contienen ácidos, como en este caso, no deben mezclarse con otros procedimientos a base de carbonatos.

La Trementina de Venecia es otro aditivo que se puede emplear cuando se desean acabados con un efecto esmaltado. Su inconveniente radica en que debe utilizarse con cierta moderación ya que seca muy mal, tiene tendencia progresiva a oscurecer y, en cantidades excesivas es propensa, por su propia naturaleza, a cristalizar, ocasionando pulverulencias, microfisuraciones del aglutinante, faltas de cohesión, craquelados, etc. ... Los temples de huevo, por ejemplo, craquelan más fácilmente si presentan adición de trementina de Venecia; proceso que se incrementa ante la presencia de aceite de linaza y más aún si se emplea agua para diluir la mezcla.

Las gomas son los componentes esenciales de las técnicas de la acuarela y la ténpera. Tienen un poder de adhesión relativo, por lo que

no es muy recomendable su uso en procedimientos que requieran capas con demasiado cuerpo. En estos casos, la película es demasiado quebradiza provocándose pérdidas de adhesión, craquelados y desprendimientos, de ahí que deba de aplicarse en capas muy delgadas. Se recomienda emplear aquellas que garanticen gran calidad o tamizarlas para eliminar impurezas. El secado puede ser relativamente lento, por lo que es necesario esperar un tiempo prudencial antes de proceder al barnizado final para que las capas sequen adecuadamente. Algunas gomas, como la de tragacanto, se hinchan en presencia de humedad, son altamente higroscópicas, cuando permanecen en estado semiseco.

El empleo de ceras como aglutinantes - encaústica -, o formando parte de ellos, está muy extendido en las técnicas pictóricas, aunque no es muy común su uso en las técnicas de policromado en esculturas. Dependiendo del tipo de cera o de su origen, se podrán observar distintos efectos sobre la película de color. Las ceras vegetales - como la carnauba, ... - suelen formar películas duras y quebradizas; las ceras de origen mineral - parafina, ceras microcristalinas, ... - dan como resultado películas poco elásticas. Las más recomendables son las de procedencia animal, como la cera de abeja. Ésta es la que menos se oxida y amarillea,

aunque ya de por sí tiene una cierta tonalidad, mas con el inconveniente de ser muy influenciado por los cambios de temperatura. Puede atraer partículas de polvo al permanecer reblandecida y pegajosa ante la presencia de altas temperaturas, incluso simplemente al tacto, y endurecer excesivamente con temperaturas bajas, llegando a craquelar. En determinadas técnicas, como es el caso de los procedimientos al temple, la presencia de cera puede ocasionar manchas y acentuar transparencias o provocarlas.

La adición de glicerina o miel en emulsiones naturales puede conferir mayor elasticidad a la película de color, disminuyendo el riesgo de aparición de craquelados, pero ocasionarán amarilleamientos y oscurecimientos y serán un foco de atracción y proliferación de hongos. Este tipo de emulsiones, son ya, de por sí, bastante estables, secan bien y no tienen mucha tendencia a craquelar o ennegrecer, por lo que la adición de cualquier otro ingrediente como miel, glicerina, jabones, jarabes, etc., ..., no solo es innecesario sino que puede perjudicar a su buena conservación. La glicerina, además, es bastante higroscópica.

. *Diluyentes*

También el uso de diluyentes está muy extendido en cualquier tipo de técnica a emplear para policromar una escultura. Su uso está indicado en el caso de requerir un acabado más transparente, a base de veladuras, dotar de mayor fluidez a la película en el momento de su aplicación o acelerar, en cierto modo, el proceso de secado. En otros casos, la adición de diluyentes es empleada para que una misma cantidad de producto pueda ser empleado para una mayor cantidad de superficie, es decir, para obtener un mejor rendimiento de la mezcla. Entre otros efectos, la adición no controlada de diluyentes puede hacer peligrar la correcta adhesión de la película de color al estrato subyacente, pudiendo ocasionar faltas de cohesión entre los distintos estratos de la capa polícroma - estratificaciones o escamaciones - o entre los propios pigmentos - pulverulencias -. El exceso de diluyente puede alterar la adecuada proporción de los distintos elementos que entran a formar parte del aglutinante, traduciéndose, como ya se ha comentado en un defecto de adhesión. Otros efectos serán los de aparición de pasmados y empañamientos en la película polícroma. El disolvente puede acelerar el proceso de secado, el cual no se realizará de manera homogénea, entrando a intervenir el proceso de evaporación del mismo. Si esta

evaporación es demasiado rápida, y sobre todo irregular, podrá afectar a la adecuada formación de la película entrañando, principalmente, una modificación del aspecto óptico de la misma parecida a un empañamiento, dándole un aspecto mate y turbio. La aparición de pasmados está relacionada también por este mismo hecho unido a una falta de plasticidad de la película provocada por la alteración de la composición de la mezcla. Al evaporar el diluyente, lo hará de forma irregular ocasionando la microfisuración del aglutinante que impedirá la adecuada reflexión de la luz dándole un aspecto blanquecino y opaco. Esta microfisuración se asemeja al craquelado, con los consiguientes deterioros que lleva implícito: falta de cohesión y pérdida de adhesión, que se traducen en desprendimientos con escamaciones y pulverulencias.

El empleo de diluyentes debe hacerse utilizando siempre el más adecuado a cada técnica. Teniendo en cuenta, sobre todo, que cualquiera de ellos habrá de usarse con moderación puesto que no tienen propiedades aglutinantes. Algunos de ellos, como la esencia de trementina, por ejemplo, pueden dejar sobre la película policroma, o mezclada con ella, residuos gomosos propios de su composición, que serán susceptibles de atraer polvo y demás partículas de suciedad. Se

recomienda, en todo caso, el uso de diluyentes con un alto grado de pureza.

Diluyentes con alto poder de retención o alto poder de disolución, podrán afectar, y alterar, a las capas subyacentes, de ahí que se deba tener en cuenta la composición de todos y cada uno de los estratos que entrarán a formar parte de la policromía y escoger el disolvente adecuado a cada caso para evitar sorpresas desagradables. El uso de este tipo de disolventes, por su bajo poder de evaporación, requerirá un mayor tiempo de secado; debiéndose esperar un mayor período de tiempo antes de proceder al barnizado de la escultura. De no hacerlo así, el disolvente, o los posibles restos del mismo, no podrá evaporar al encontrarse con la barrera física de la capa de barniz. En estos casos los resultados pueden ser imprevisibles dependiendo del tipo de disolvente y de las características de los demás componentes de la policromía. Por lo general, suelen detectarse, a muy corto plazo, la aparición de irregularidades en la capa de color, o zonas en las que el proceso de secado no se ha llevado a cabo por presentar una acumulación de disolvente que no puede evaporar, manteniendo la película internamente reblandecida. También podrán aparecer manchas, pasmados o afectar, desde el interior a la película superpuesta de barniz,

que permanecerá semiseco siendo un foco de atracción de suciedad debido a la adhesividad residual o alterará la correcta formación de la capa de protección, haciendo peligrar, incluso, la adecuada adhesión del barniz a la policromía subyacente.

En cualquier caso, hay que recordar que todos aquellos efectos que ocasionen alteraciones o degradaciones prematuras, quedarán siempre patentes, ya que son irremediablemente irreversibles.

EL BARNIZ

Los barnices son productos que aplicados en una o varias capas sobre el acabado polícromo ejercen funciones tanto estéticas como protectoras, ya sea dando realce y belleza, ya sea formando una barrera que preserve a los estratos subyacentes de los agentes externos que pueden afectarles - polvo, humedad, ataques biológicos, radiaciones luminosas o caloríficas, acción de los gases polucionantes, efectos del oxígeno, ... -. En otro orden de cosas, el barniz puede servir para sustentar o afianzar partículas y pequeñas porciones de las capas inferiores con peligro de desprendimiento, protegiéndolas de los efectos de las vibraciones, pequeños golpes, roces, arañazos e, incluso, puede, en cierta medida, funcionar como barrera protectora frente a determinadas intervenciones sobre la escultura - sucesivas limpiezas superficiales, impregnaciones con productos poco adecuados, ... - evitando, así, posibles daños en la policromía. Es, por tanto, la primera capa que sufre los efectos del medio en el que está inmersa la obra, evitando o aminorando la acción de los agentes destructores sobre los

materiales de los estratos inferiores. De la presencia o falta de este barniz y su mal o inadecuado estado de conservación dependerá, en gran medida, la acción de los agentes externos y su repercusión directa sobre las capas inferiores y, por tanto, la adecuada conservación de los estratos subyacentes, y de la obra de arte escultórica en general.

Los barnices, generalmente, se componen de una goma, sustancia resinosa o resina, natural o artificial, aplicados con un disolvente, teniendo lugar la formación de la película por evaporación del mismo. Su acabado suele ser transparente, aunque en ocasiones pueden ir coloreados total o parcialmente, por zonas o por capas, siendo su utilidad la de realzar, patinar, aplicar un tono general más cálido a la policromía, insinuar un cierto envejecimiento, matizar veladuras o tonalidades demasiado contrastadas o unificar toda la obra. Incluso, su empleo, puede servir para ocultar posibles defectos de acabados polícromos, cierta torpeza del policromador o efectos mal ejecutados.

El que un barniz mantenga sus propiedades y funciones el mayor tiempo posible dependerá de la elección de la resina, del disolvente y de la manera de aplicarlo; así como de la presencia de los aditivos que

puedan participar en la mezcla o disolución y que determinan cada uno de los distintos procedimientos y técnicas de este tipo de acabados.

Elección de la resina

El barniz es una sustancia con características específicas, principalmente de carácter óptico y estético, que es aplicado en forma de un film sutil sobre la película polícroma acabada, con el objeto de protegerla frente a las acciones de los diversos agentes ambientales. La formación de la película de barniz viene determinada principalmente por la evaporación del disolvente o medio en el que va disuelta o dispersa la resina, de propiedades filmógenas y, por tanto, de la que dependerá directamente la formación de esta capa y su permanencia en aceptable estado de conservación ejerciendo adecuadamente sus funciones tanto protectoras como estéticas. Son, pues, estas dos funciones, las que determinarán las características de la resina a emplear de manera que las cumpla adecuadamente y durante el mayor tiempo posible.

. Por su función óptica y estética

Se tendrá en cuenta que la resina deberá ser transparente e incolora, sin cambiar su tonalidad ni alterar la tonalidad original de las capas de color subyacentes. Un barniz poco transparente dificultará la contemplación de la policromía subyacente y podrá llegar a darse el caso de ocultar pequeños detalles de acabados, decoraciones, tonalidades, ... Algunas resinas, casi todas las de origen natural, tienden a amarillear u oscurecer con el tiempo, haciéndolo de manera progresiva y sin posibilidad de recuperar su aspecto primitivo. Unas oscurecen u oxidan más rápidamente que otras, siempre dependiendo del grosor o espesor de la capa de resina aplicada, la influencia del medio ambiente, los distintos aditivos que pueden acompañarla y, por supuesto, de la elección de la misma. Hay que decir que estos efectos de oscurecimiento pueden empezar a aparecer desde el mismo momento en que comienza a secar esta película, una vez aplicada y, en otras ocasiones, tienen lugar a medida que la película va envejeciendo. Cuando se verifican prematuramente puede deducirse una inadecuada elección de la misma, la composición poco acertada, excesos o defectos de proporciones en los distintos materiales o sustancias que entran a formar parte de esta capa, un error en la aplicación o condiciones medioambientales no aptas para

su aplicación. En algunos casos, la elección de una resina, incompatible con la técnica de la capa inferior, puede conllevar alteraciones de la tonalidad original provocando oscurecimientos o acentuando transparencias. Este efecto puede ser debido, en principio, al disolvente o medio de dispersión de la resina, desapareciendo cuando la película de barniz seca; en otras es debido a esta incompatibilidad antes mencionada. Una película de color demasiado porosa o absorbente puede hacer que la película de barniz no quede en superficie sino que penetre en la capa de color llegando a formar parte de la misma e interfiriendo en las propiedades de reflexión y refracción y su poder cubriente, ocasionando manchas; es el caso, muy evidente, del empleo de barnices grasos sobre acabados polícromos a base de colas, como los temples o emulsiones magras.

Otra característica a tener en cuenta, por su función estética, es que la película resultante no deberá ser ni demasiado brillante ni demasiado mate. La película de barniz debe valorar en justa medida la escultura en su conjunto y contribuir a su acabado, colaborando con el artista a obtener el resultado deseado - contrastar, matizar o destacar volúmenes, acentuar determinadas zonas, resaltar texturas, valoración de luces y sombras, ... -. Un exceso de brillo, por ejemplo, impedirá

observar con nitidez, por la cantidad de reflejos, la escultura con claridad. El caso contrario, un acabado demasiado mate, puede ir en detrimento de la propia escultura, principalmente desde el punto de vista estético, interfiriendo, por ejemplo, por efectos ópticos, en las valoraciones de volúmenes despreciándolos, confiriéndole, así, un aspecto más plano. Por el contrario, con demasiados brillos podrá, aparentemente, resaltarlos o destacarlos en exceso.

. Por su función protectora

Las características que deben reunir las distintas resinas empleadas en la película de barniz para ejercer de una manera correcta y adecuada sus funciones protectoras tienen un papel muy importante, tanto a la hora de su evolución en el proceso de envejecimiento natural de las mismas como en el comportamiento de éstas con respecto a las capas y materiales subyacentes. Las más destacables serán aquellas relacionadas con su porosidad y permeabilidad, flexibilidad o elasticidad, dureza, poder adhesivo y su resistencia a los agentes atmosféricos; en definitiva su capacidad para permanecer el mayor tiempo posible manteniendo sus propiedades físicas, mecánicas y ópticas originales.

a. Permeabilidad y porosidad de la resina: La permeabilidad y porosidad de la película de barniz va a depender de su naturaleza, es decir, de su composición, del modo de formación de la película y del proceso de evolución de su envejecimiento. Esta propiedad influirá directamente en la conservación de las capas de color subyacentes. Deberá ser lo suficiente porosa y permeable como para dejar que el soporte de la escultura realice el intercambio de humedad con el medio ambiente en el que está inmersa, pero lo necesariamente impermeable como para impedir que un exceso de humedad o la presencia de gases contaminantes de una atmósfera polucionada penetren en las capas y materiales subyacentes que podrían ser causa de futuros deterioros y alteraciones. Superficies demasiado porosas serán propicias a una mayor acumulación de polvo, esporas de hongos y penetración de otros ataques biológicos como bacterias e insectos xilófagos.

b. Flexibilidad y elasticidad: La flexibilidad en una película de barniz viene determinada por su plasticidad y elasticidad. La plasticidad debe ser la suficiente como para amoldarse a los distintos movimientos o tensiones, tanto procedentes de los materiales subyacentes como del exterior, sin romperse o deformarse. La elasticidad determinará el que pueda volver a su posición original una vez se deja de ejercer la tensión

que haya podido dar lugar a la deformación, volviendo a recuperar sus características originales. De igual modo, tampoco deberá impedir que las capas inferiores experimenten estas tensiones o movimientos, por lo que deberá tenerse en cuenta que la película de barniz tendrá que tener similares o mayores propiedades de flexibilidad, elasticidad y plasticidad que las películas polícromas sobre las que se aplica.

c. Dureza: Debe presentar la suficiente resistencia o dureza como para no sufrir deformaciones o roturas ante determinadas tensiones pero, al mismo tiempo, no debe ser excesivamente rígida ya que este tipo de películas suelen ser demasiado quebradizas. La dureza está directamente relacionada con la flexibilidad y plasticidad y es mayor en las resinas sintéticas que en las de origen natural, y, dentro de las primeras, en mayor grado en las de propiedades termoestables o termoendurecibles frente a las termofundibles o termoplásticas. La película de barniz debe tener la suficiente dureza como para impedir que efectos de abrasión accidentales, arañazos, etc., ... le afecten en el menor grado posible y, sobre todo, no lleguen a interferir en las capas subyacentes. Su dureza es también importante para evitar la fijación del polvo. Así mismo, y como ya se ha comentado en el párrafo anterior, el grado de dureza requerido debe, por otra parte, ser compatible con los inevitables movimientos de

los distintos estratos inferiores de manera que se evite que éste ejerza otra serie de tensiones sobre los mismos, como sería el inducir a estos estratos a craquelarse, levantarse o desprenderse.

d. Poder adhesivo: la película de barniz debe tener el suficiente poder adhesivo como para permanecer unido a las capas subyacentes sin desprenderse. Este factor podrá ser susceptible de potenciar las propiedades de adhesión de las capas inferiores y podrá impedir, en determinadas ocasiones, que éstas se desprendan al encontrar un material superpuesto que las fije. Esta propiedad dependerá en gran medida de la naturaleza de las capas inmediatamente inferiores, su grado de secado y del grado de compatibilidad entre ambos estratos que, en último extremo, podrá favorecer o impedir la adecuada fijación de la película de barniz a la de policromía. Este hecho también está íntimamente relacionado con sus propiedades de elasticidad, plasticidad y dureza.

e. Resistencia a los agentes atmosféricos: Depende en gran medida de sus características químicas. Una falta de estabilidad química puede conllevar alteraciones tanto mecánicas como ópticas. La transformación química puede estar directamente influenciada por los

agentes externos a los que esta capa está expuesta - en mayor medida que las capas inferiores - y que pueden ser susceptibles de ocasionar reacciones o cambios químicos de la película de barniz; es el caso de la luz, la humedad, la contaminación atmosférica o la influencia de la temperatura. Uno de los aspectos principales será su poder filtrante frente a las radiaciones electromagnéticas, principalmente de los rayos ultravioleta causantes de las distintas reacciones fotoquímicas que afectan a la capa de policromía, sobre todo a los aglutinantes. *"En este sentido, las resinas naturales son mayormente protectoras, por ejemplo mástic o dammar, por su naturaleza, con respecto a muchos polímeros sintéticos, aunque si es necesario tener que recurrir a este tipo de resinas existe la posibilidad de mejorar esta cualidad añadiendo ciertas sustancias que, en pequeños porcentajes, son capaces de contrarrestar las radiaciones ultravioleta"*⁵³, aunque esta solución puede no ser la más acertada ya que, como inconveniente, este tipo de aditivos tienden a degradarse adquiriendo una cierta tonalidad amarillenta que pueden alterar la tonalidad general de la capa de barniz.

⁵³ MATTEINI, M. e MOLES, A.: *La chimica nel restauro*. Op. Cit. pág. 185.

Elección del vehículo o disolvente

La elección del disolvente siempre estará en función tanto de la resina a emplear como de su compatibilidad con la técnica de ejecución de la capa de policromía. Otros factores a tener en cuenta serán la viscosidad, densidad, concentración y tensión superficial del barniz líquido, de entre los más importantes.

Cada resina es susceptible de poderse diluir en determinados disolventes y, de entre todos ellos, se habrá de elegir no solo el más adecuado para ella, sino también el más inocuo y compatible con los demás materiales que entran a formar parte de la escultura. De no ser así, independientemente del resultado de la película de barniz, el disolvente podrá actuar sobre los otros elementos constitutivos de la escultura, principalmente sobre los aglutinantes de la capa inmediatamente inferior, y causar daños sobre ellos. No obstante, de su poder de disolución dependerá la adecuada formación de la película de barniz. El disolvente debe tener el adecuado poder de disolución como para diluir adecuadamente a la resina en cuestión, dando como resultado la formación de una solución homogénea y, por tanto, de una película homogénea.

La mayor parte de las resinas empleadas en un barniz forman la película por evaporación del disolvente con el que se aplican, de ahí que esta propiedad deba de tenerse muy en cuenta a la hora de escoger el más idóneo para cada resina. De la rapidez de evaporación del mismo, dependerá la adecuada formación de una película uniforme. Los disolventes con una volatilidad excesivamente alta perjudicarán la adecuada formación de la película de barniz impidiendo que la resina solidifique de forma homogénea, ocasionándose irregularidades que se traducirán en zonas poco transparentes, pasmados, opacificaciones, manchas, ... e, incluso, craquelados y levantamientos ocasionados por la inadecuada adhesión de la resina durante su proceso de secado a las capas subyacentes. Por el contrario, un defecto de volatilidad del disolvente conllevará una deceleración del proceso de formación de la película de barniz que permanecerá, por tanto, durante un período de tiempo demasiado largo, en estado semiviscoso, contribuyendo a la fijación de polvo y suciedad. La permanencia del disolvente en contacto con los demás materiales constitutivos estará directamente relacionada con su poder de actuación sobre los mismos, pudiendo actuar sobre adhesivos, aglutinantes, ... La evaporación gradual del disolvente conduce a la formación de una película homogénea y adherente, de

espesor variable en función de la densidad de la solución, los componentes y número de aplicaciones.

En definitiva para la elección del disolvente deberá tenerse en cuenta principalmente su grado de volatilidad⁵⁴. Éste deberá ser, por tanto, lo suficientemente alto como para evitar que permanezca demasiado tiempo en contacto con otros materiales constitutivos de la escultura, pero sin ser demasiado rápido como para no permitir que la película de barniz se forme de manera adecuada sin afectar a su aspecto final. Cuanto mayor es el grado de volatilidad de un disolvente tanto más tiende a formar películas poco sólidas.

El grado de pureza del disolvente también ha de tenerse en cuenta. La posible existencia de impurezas podrá contribuir a futuras alteraciones y degradaciones de la película de barniz al quedar éstas depositadas junto con la resina durante el proceso de formación de la película⁵⁵. De igual manera, la calidad del disolvente puede estar

⁵⁴ Habrá de tenerse en cuenta otras propiedades de los disolventes, como su poder de disolución y poder de penetración, que no tienen porqué estar directamente relacionados con el grado de volatilidad y que, en definitiva son las que podrán determinar la acción del mismo sobre los demás componentes de la escultura en madera policromada.

⁵⁵ La esencia de trementina, empleada muy comúnmente como disolvente de resinas naturales para barnices - dammar, por ejemplo -, suele dejar depósitos gomosos al evaporar que permanecen durante mucho tiempo en estado "pringoso" siendo fuente de atracción de polvo y demás partículas de suciedad. Este residuo

relacionada con una posible tonalidad en el mismo, siendo susceptible de afectar ópticamente al resultado final por su interferencia en la tonalidad de la película de barniz.

Aditivos y diluyentes

*"No existe una regla absoluta para la composición de los barnices; todas las recetas y procedimientos no son otra cosa que el resultado de una serie inacabable de experiencias y tanteos en busca del resultado deseado"*⁵⁶. Únicamente, dos principios generales constituyen la base para elaborar el más adecuado a cada caso, y según gusto del artista, partiendo de toda una larga lista de materiales susceptibles de poder emplearse. La combinación, por tanto, de todos ellos dependerá de estos dos aspectos básicos: uno, modificar la composición de un barniz de propiedades excesivamente secantes, de tal forma que, sin perder esta cualidad básica, adquiera la solidez y demás cualidades propias de los barnices grasos; el otro, por el contrario, partiría de un barniz poco secante al que se le modificaría su composición a fin de obtener una

está presente en menor cantidad cuanto mayor grado de pureza tenga. Algo similar ocurre con determinados alcoholes.

⁵⁶ SANTINI, L.: *Barnices y Lacas*. Ed. Ossó. Barcelona, 1944. pág. 83.

deseccación lo más rápida posible sin que por ello pierda sus cualidades de solidez, adherencia, etc.... En ambas ocasiones, los resultados pueden obtenerse bien mediante la adición de resinas blandas a una resina dura o viceversa, con lo que se obtendrán películas cuyas propiedades podrán ser el resultado de la suma de ambas resinas; o bien añadiendo al disolvente excesivamente secante cierta cantidad de otro vehículo no secante cuya presencia, sin retardar mucho el proceso de formación de la película de barniz, debido a la poca cantidad empleada, se asemeje a los efectos de los barnices no secantes. A la inversa, se puede añadir a los disolventes poco secantes cierta cantidad de otras sustancias de propiedades secantes, acelerando, así, el proceso de formación de la película de barniz. De la adecuada elección de los distintos aditivos y diluyentes, así como de unas proporciones idóneas dependerá, en cierta medida, la aparición de posibles deterioros y alteraciones en la capa de barniz.

Exponemos algunos de éstos, los más empleados, teniendo en consideración los más proclives a ocasionar algún tipo de deterioro o alteración en esta capa:

La trementina de Venecia es conocida desde la antigüedad como aditivo de algunos barnices y como medio para aplicación de veladuras, en ocasiones mezclada con cera se ha empleado para aumentar cohesión y adherencia; tiene el inconveniente de que seca muy mal y tiende progresivamente a oscurecer. En cantidades excesivas, por su propia naturaleza, es propenso a cristalizar, ocasionando microfisuraciones y pulverulencias en la capa de barniz. En el caso de su empleo en acabados con veladuras, ante la presencia de una humedad relativa ambiental excesivamente alta, las veladuras se debilitan⁵⁷.

La resina elemí forma películas excesivamente rígidas, por lo que se emplea como aditivo para modificar la consistencia de otras resinas empleadas como barnices aumentando, así mismo, la viscosidad y la capacidad adhesiva.

El bálsamo de Copaiva, empleado para aumentar plasticidad y flexibilidad a la película de barniz, puede conferirle cierta tonalidad amarillenta, aumentando progresivamente su coloración con el paso del tiempo hasta llegar a una tonalidad parda.

⁵⁷ BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*. Op. Cit. pág. 223.

La resina mástic, eventualmente empleada como aditivo de las oleorresinas para aumentar su elasticidad, tiende a amarillear progresivamente con el tiempo, volviéndose gradualmente frágil y, por consiguiente, a craquelarse, dando lugar, en ocasiones y con la presencia de alta humedad ambiental, a fenómenos de opacificación.

La colofonia es un producto que decolora rápidamente, tiene tendencia a opacificar en presencia de humedad y forma películas excesivamente frágiles.

La sandaraca, usada como ingrediente de algunos barnices al alcohol para conferir mayor dureza, usada en cantidades excesivas forma películas muy rígidas y frágiles con tendencia a oscurecer.

Las ceras naturales son empleadas comúnmente como aditivos para formar películas de acabados mates o semimates y aumentar su plasticidad; tienen como ventaja el no estar expuestas a reacciones de oxidación y polimerización, pero no presentan propiedades filmógenas, tienen escasas propiedades adhesivas y de cohesión, permanecen durante mucho tiempo influenciadas por la temperatura ambiental, pudiendo reblandecerse fácilmente, y son foco de atracción de polvo y demás

suciedad, con lo que pueden oscurecer y manchar la capa de barniz. Con bajas temperaturas tienden a volverse quebradizas. Es recomendable, para una mejor homogeneidad de la mezcla, mantener y aplicar el barniz ligeramente caliente, con lo que también deberá de tenerse esto en cuenta para no ocasionar otros daños sobre la capa de policromía que sea susceptible al calor ya que podrán ocasionarse ampollas en la misma; forma películas poco estables.

La presencia de aceites en la composición del barniz tiende a acentuar el progresivo oscurecimiento del mismo. De igual manera ocurre ante la presencia de secativos, ocasionando similares efectos a los provocados cuando éstos se emplean como aditivos de los aglutinantes en las capas de policromía.

El empleo de sustancias bituminosas retrasa el proceso de secado de la película de barniz, cuando seca lo hace formando una película excesivamente rígida con tendencia a craquelar. Tiene propensión a oscurecer llegando, incluso, hasta una tonalidad negra, afectando, por tanto, a la tonalidad general de toda la película.

Como en el caso de los aglutinantes, el empleo de diluyentes está muy extendido en las capas de barniz. El diluyente puede acelerar el proceso de secado de la película de barniz, con los consiguientes riesgos ya comentados que esto puede suponer. Hay que tener en cuenta, de igual modo, que la adición no controlada de los mismos puede hacer peligrar la correcta adhesión de la película de barniz a los estratos inferiores y que el exceso de diluyente disminuye la concentración de la resina, dando como resultado películas más delgadas o poco homogéneas.

Aplicación

En primer lugar habrá de considerarse que el barniz debe aplicarse cuando la escultura esté completamente terminada y las capas policromas se encuentren completamente secas⁵⁸. Se procurará dar esta última capa en un lugar limpio, exento de polvo y con una temperatura y humedad relativa ambientales adecuadas, evitando así que, durante el proceso de formación de la película de barniz, queden adheridas a ella partículas de polvo y demás suciedades, rugosidades e irregularidades,

⁵⁸ A modo ilustrativo, es recomendable, y preceptivo, además de recomendado en la distinta bibliografía que considera este aspecto, esperar un tiempo considerable antes de proceder al barnizado que, en el caso de la policromía ejecutada con la técnica al óleo, puede ser superior a un año.

secado no uniforme, zonas que permanezcan en estado mordiente o con adhesividad residual, craquelados ocasionados por un forzado en el proceso de secado debido a altas temperaturas y microfisuraciones o velos blanquecinos y opacos por la presencia de una humedad relativa ambiental alta.

Es importante que la superficie destinada a recibir la capa de barniz esté completamente limpia, libre de depósitos grasos y polvo, contribuyendo, así, a una mejor adherencia entre ambas.

La elección del tipo de capa protectora estará siempre en función, tanto de la técnica y procedimiento empleados en las capas polícromas, como en su compatibilidad, y teniendo siempre en cuenta las consideraciones anteriormente mencionadas con respecto a las propiedades que esta capa debe cumplir. Siempre dependiendo del grado de viscosidad o concentración de la disolución, se obtendrán diferentes resultados que, unidos al grosor de la capa aplicada, así como a la posible pérdida de volumen que la resina pueda experimentar durante el proceso de secado, o de formación de la película, podrán suponer efectos deseados o contraproducentes para la escultura. Gruesas capas, con un grado de viscosidad o concentración de la resina, unido a una pérdida de

volumen, por ejemplo, conllevarán a la aparición prematura de craquelados, que dejarán zonas desprotegidas por las que penetrarán suciedad, gases polucionantes, humedad, ... afectando, éstos, directamente a la capa de policromía subyacente. Consecuencias similares se producirán derivados de la aplicación del barniz por pulverización del mismo. El efecto puede ser estéticamente el deseado, ya que con este procedimiento se evitan excesos de brillo y de reflejos, pero la película que se forma no es tal; la capa de policromía quedará cubierta por multitud de pequeñas "gotitas" de barniz que no formarán una capa uniforme y homogénea, dejando intersticios y huecos libres por los que penetrarán los distintos agentes destructores de la misma. En el caso de que este tipo de acabado sea necesario, se recomienda aplicar previamente una o varias capas sucesivas de barniz para, posteriormente, aplicar una o varias pulverizándolo.

En cualquier caso, nunca es conveniente proceder a aplicar una sola capa de barniz, siempre es más idóneo actuar superponiendo varias capas finas a una sola más gruesa. La adherencia, flexibilidad y, en fin, las propiedades del barniz se verán favorecidas cuando se actúa de este modo. Para ello será necesario esperar el tiempo preciso para que la capa

inferior esté convenientemente seca antes de aplicar la siguiente, procurando que el barniz cubra completamente la escultura.

La elección de los distintos pinceles y brochas también influye en el acabado final de esta capa. Habrán de ser de excelente calidad, evitando que queden pelos o cerdas de los mismos sobre el barniz o que éstos dejen marcas sobre el mismo. De igual manera, habrá de tenerse especial cuidado por evitar manipular la obra antes de que el proceso de secado haya finalizado, ya que, en estos casos, pueden quedar huellas de los dedos, producirse roces e, incluso, pérdidas del barniz en esas zonas. Cargar demasiado de barniz la brocha o pincel puede provocar aplicaciones desiguales, ocasionar corrimientos, chorreones o zonas con excesos que, progresivamente, se harán más patentes al oxidar y amarillear esta capa. El envejecimiento del barniz evidenciará irregularidades en las que las zonas con mayor acumulación aparecerán más oscuras.

En cualquier caso, teniendo en cuenta la función eminentemente protectora que tiene esta capa y que es la primera que recibe todas las agresiones externas, por lo que es susceptible de alterarse y degradarse con mayor celeridad que los demás materiales constitutivos de la

escultura, es aconsejable emplear una resina que sea susceptible de poder eliminarse fácilmente sin afectar a los demás componentes de la obra siempre que sea necesario y poderla sustituir por otra de similares características que continúe ejerciendo sus funciones protectoras adecuadamente. De ahí que también se aconseje que los posibles acabados coloreados se empleen independientemente de esta capa, de manera que éstos no se vean afectados en el caso de que se optara por un cambio de barniz con posterioridad o con cierta regularidad.

BIBLIOGRAFIA

ACTAS I *Simposio Nacional de Imaginería*. Sevilla, Noviembre 1994. Ed. Col Oficial de Doctores y Licenciados en Bellas Artes y Profesores de Dibujo de Andalucía, Grupo Restania, Caja San Fernando. Sevilla, 1994.

ACTAS VI *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Tarragona, 1986.

ACTAS VII *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Bilbao, 1988.

ACTAS VIII *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Valencia, 1990.

ACTAS IX *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Sevilla, 1992.

ACTAS X *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Cuenca, 1994.

ACTAS XI *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Castellón, 1996.

ACTAS XII *Congreso Nacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Alicante, 1998.

ALBERTI, León Battista: *Della Pittura*. Ed. de Luigi Malle. Florencia, 1950.

ALLINGUER y otros: *Química orgánica*. 2 vols. Reverté. Barcelona, 1979.

ALLSOPP, D. & SEAL, K. J.: *Introduction to Biodeterioration*. Edward Arnold Pub. London, 1986.

AMOROSO, G. G. & FASSINA, V.: *Stone decay and conservation. Atmospheric pollution, cleaning and protection.* Materials Science Monographs, 11. Elsevier. Amsterdam, 1983.

ANDRE, J. M.: *Restauration des Sculptures.* Ed. Office du livre. Suisse, 1977.

A.N.I.A.I.: *Legno del restauro e restauro del legno.* Palutan.

ARMENINI, Giovanni Battista: *De' veri precetti della Pittura.* Giulio Einaudi Editore. Torino, 1988.

ARNAU, F.: *El Arte de Falsificar el Arte.* Ed. Noguer. Barcelona, 1961.

AURORA GARCIA, A.: *Optica geométrica y radiometría.* Ed. Escuela Universitaria de Optica. Madrid, 1985.

BABOR/IBARZ.: *Química General Moderna.* Ed. Marín. Barcelona, 1970, 1973.

BARBERO GOR, A.: *Sistemas de reproducción de la escultura tallada en madera, su acabado y ornato.* Tesis Doctoral. Facultad de Bellas Artes. Granada, 1990.

BAYER, E. M.: *Chimica delle materie plastique.* Hoepli. Milano, 1977.

BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas.* Ed. Noguer. Barcelona, 1965.

BONTCÉ, J.: *Técnicas y secretos de la pintura.* Ed. L.E.D.A. Barcelona, 1975.

BRANDI, C.: *Teoría de la restauración.* Ed. Alianza. Madrid, 1988.

BROMELLE & SMITH: *Conservation and Restauration of Pictorica Art.* ICI Ed. Butterworths. London, 1976.

BROMMELLE, N.: *Bloom in varnished paintings.* Mus. Journ, LV, 10. 1956.

CALVO, A.: *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z.* Ed. Serbal. Barcelona, 1997.

CANEVA, G.; NUGARI, M. P.; SALVADORI, O.: *La Biologia nel restauro*. Nardini ed. Firenze, 1994.

CASAS, J.: *Optica*. Ed. Justiniano Casas Peláez. Imprime: Cooperativa de Artes Gráficas. Zaragoza, 1985.

CELLINI, B.: *Tratados de Orfebrería, Escultura, Dibujo y Arquitectura*. Ed. Akal. Col. Fuentes de Arte, 8. Madrid, 1989.

CENNINI, C.: *El libro del arte*. Col. Fuentes de arte, 5. Ed. Akal. Madrid, 1988.

CIATTI, M.: *Considerazioni sul restauro della scultura lignea*. KERMES, Arte e tecnica del restauro. Año I, nº 1. Ed. Nardini. Firenze, 1988. págs. 6 - 8.

COLLOQUE INTERNATIONAL DU CNRS: *Pigments et Colorants de l'Antiquité et du Moyen Age. Teinture, peinture, enluminure. Etudes historiques et physico-chimiques*. Ed. du Centre National de la Recherche Scientifique. París, 1990.

CORRADINI, J.: *Cuadros bajo la lupa*. Mandrágora. Buenos Aires, 1965.

CORRADO MALTESE: *Las Técnicas Artísticas*. Manuales Arte Cátedra. Madrid, 1985.

COWAN, S.; STEEL, K.: *Manuals for identification of medical bacterice*. Ed. Cambridge. University Press. London, 1965.

CRUZ AMO, R.: *La maderi*. Trabajo monográfico fin de carrera. T. I, II, III. E. T. S. Aparejadores. Universidad de Granada. 2 de marzo de 1983.

CHASTEL, A.: *Principes d'analyse scientifique. La sculpture: Méthode et Vocabulaire*. Inventaire Général des Monuments et des Richesses Artistiques de la France. Imprimerie Nationale Editions. París, 1990.

DE GUICHEN, G.: *Climat dans le musée: Mesure*. ICROM. Roma, 1988.

DE BURTIN, F. X.: *Traité théorique et pratique des connaissances nécessaires aux amateurs de tableaux*. Valenciennes, 1846.

- DE VIEL-CASTEL, C.:** *Mémoires sur le regne de Napoleón III.* París, 1883. T.III.
- DEBRUYNE, N. A. y HOUWINIK, R.:** *Adhesion and adhesives.* Structural adhesives. London, 1951.
- DE MAYERNE, Turquet:** *Pictoria Scultoria & quae subalternarum artium.* Le manuscrit de Turquet de Mayerne. Présenté par M. Faidutti et C. Versini. Lyon. Audin, 1974.
- DECHAMPS, R.:** *Comprendre l'anatomie du bois.* Musée Royal de l'Afrique Central ed. Tervuren, 1971.
- DEROCHE, C.:** *Art et Restauration.* Chroniques Italiennes n° 18-19. Université de la Sorbonne Nouvelle. París, 1989.
- DIEULAFOY, M.:** *L'estatuaria policrome en Espagne.* Paris, 1908.
- DOERNER, M.:** *Los materiales de pintura y su empleo en el arte.* Ed. Reverté, s.a. Barcelona, 1986.
- DUVAL, P.:** *L'utilisation de matieres plastiques en museologie.* M.C.F.C. LI.79, 1972.
- E.P.S.:** *Tecnología de la madera.* Ed. EDEBÉ. Barcelona, 1988.
- ECHEVERRIA GOÑI, P. L.:** *Policromía renacentista y barroca.* Cuadernos de arte español, n° 48. Historia 16. Ed. Grupo 16. Madrid, 1992.
- ECHEVERRIA GOÑI, P. L.:** *Policromía del Renacimiento en Navarra.* Ed. Gobierno de Navarra. Pamplona, 1990.
- FABER, E.:** *Chemical deterioration of wood in the presence of iron.* Ind. Eng. Chem., 46. 1954.
- FERNANDEZ-LADREDA, C.:** *Imaginería medieval Mariana en Navarra.* Ed. Gobierno de Navarra. Pamplona, 1989.
- FRITZ MAYER:** *La química de las materias colorantes.* Ed. Aguila. Madrid, 1950.

GALLONE, A.: *Analisi fisica e conservazione*. Ed. Franco Angeli Libri. Milano, 1990.

GIANNINI, C.: *Lessico del restauro. Storia tecniche strumenti*. Ed. Nardini. Firenze, 1992.

GIORDANO, G.: *Tecnologia del legno*. Hoepli. Milano. Torino, 1981.

GOLDIN, B.: *Polymers and resins*. Van Nostand. New York, 1959.

GOMEZ MORENO, M. E.: *Escultura del siglo XVII*. Historia Universal del Arte Hispánico. Ars Hispaniae, T. XVI. Ed. Plus-Ultra. Madrid, 1963.

GOMEZ GONZALEZ, M. L.: *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Ed. Ministerio de Cultura. Madrid, 1994.

GOMEZ GONZALEZ, M. L.: *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Ed. Catedra. Madrid, 1998.

GONZALEZ ALONSO, E.: *Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración*. Universidad Politécnica de Valencia, 1997.

GUILLERME, J.: *L'atelier du temps. Essai sur l'alteration des peintures*. París, 1964.

GUTIERRE OLIVA, A. y PLAZA PULGAR, F.: *Características físico-mecánicas de las maderas españolas*. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, 1967.

HAVEL, C.: *La technique du tableaux*. Dessain et Toldra. París, 1974.

HAYWARD, C. H.: *Restauración de muebles*. Ed. Ceac. Barcelona, 1992.

HAYWARD, C. H. & WHEELER, W.: *Talla y dorado de la madera*. Ed. CEAC. Barcelona, 1987.

HELD, J. S.: *Alteraciones y mutilaciones de las obras de arte.* The South Atlantic Quaterly. nº LXII, I. 1963.

HESS, M.: *Defectos de las capas de pintura.* Ed. Blume. Barcelona, 1973.

HOURS, M.: *Analyse Scientifique et Conservation des Peintures.* Col Decouvrir, Conserver et Restaurer. Ed. Office du Livre, s.a. Fribourg. Suisse, 1976.

JOHNSTON, D.: *La madera: clases y características.* Ed. CEAC. Barcelona, 1989.

JOURNÉES D'ETUDES DE LA SFIIC: *La Conservation du bois dans le Patrimoine Culturel.* Besançon-Vesoul, 1990.

KNIGHT, R. A. G.: *Recueriment and properties of adhesives for wood.* Departament Scientific and Industrial Recears. Buletin nº 20. 1950.

KOOLMANN, F.: *Tecnología de la madera y sus aplicaciones.* Trad. por el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Servicio de la madera. Madrid, 1959.

KUHN, H.: *Conservation and Restoration of Works of Art and Antiquities.* Vol.1. Ed. Butterworths. London, 1986.

La madera. Ed. Blume. Madrid, 1978.

LOMAZZO, Gian Paolo:

Vol. 1: *Scritti sulle Arti.* Ed. al cuidado de Roberto Paolo Ciardi. Florencia, 1973.

Vol. 2: *Trattato dell'arte della Pittura, Scoltura et Architettura.* Ed. al cuidado de Roberto Paolo Ciardi. Florencia, 1974.

LORUSSO, S.; MARABELLI, M.; VIVIANO, G.: *La contaminazione ambientale ed il degrado dei materiali di interesse storico-artistico.* Ed. Bulzoni. Roma, 1995

MARETTE, J.; FOLIE, J.: *Connaissance des primitifs par l'etude du bois du XIe. au XVIe. siecle.* Edition A & Y. Picard & Cie. París, 1961.

MARIJNISSEN, R. H.: *Tableaux authentiques, maquilles, faux, l'expertise des tableaux et les methodes de laboratoire.* Ed. El Sevier Librico s.a. Bruxelles, 1985.

MARIJNISSEN, R. H.: *Degradation, Conservation et Restauration de l'Oeuvre d'Art*. Tome I. Ed. Arcade. Belgium, 1967.

MARTINEZ, J.: *Discursos practicables del nobilísimo arte de la pintura*. Ed. Akal. Col. Fuentes de Arte, 4. Madrid, 1988.

MASSCHELEIN-KLENER, L.: *Liants, vernis et adhesifs anciens*. IRPA. Bruxelles, 1983.

MATTEINI, M. e MOLES, A.: *Scienza e restauro. Metodi d'indagine*. Ed. Nardini. Firenze, 1990.

MATTEINI, M. e MOLES, A.: *Tecniche della pittura antica: le preparazioni del supporto*. KERMES, Arte e tecnica del restauro. Año II, nº 4. Ed. Nardini. Firenze, 1989. págs. 49 - 62.

MATTEINI, M. e MOLES, A.: *La chimica nel restauro*. Nardini ed. Firenze, 1994.

MAYER, R.: *Materiales y técnicas del arte*. Ed. Blume. Madrid, 1988.

MINISTERIO DE CULTURA: *La Madera en la Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural*. Ed. Ministerio de Cultura. Madrid, 1985.

MONTAGNA, G.: *I pigmenti. Prontuario per l'arte e il restauro*. Nardini ed. Firenze, 1993.

MORALES Y MARIN, J. L.: *La pintura, técnicas, materiales y estilos*. Diccionarios Antiquaria, IV. Ed. CIPSA. Madrid, 1987.

NAJERA Y ANGULO, F.; LOPEZ FRAILE, V.: *Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas y peninsulares*. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, 1969.

NELSO HORIE, C.: *Materials of Conservation*. Ed. Butterworths. Londres, 1986.

NUTSCH, W.: *Tecnología de la madera y del mueble*. Ed. Reverté, s.a. Barcelona, 1992.

- PACHECO, F.:** *El arte de la pintura*. Ed. Cátedra. Madrid, 1990.
- PALEOTTI, G.:** *Discorso intorno alle Imagini sacre e profane. Trattati d'Arte del Cinquecento*. 2 vols. Ed. de P. Barocchi.
- PANDOLFO, A.:** *Aspetti tecnici e conservativi della scultura lignea policroma*. KERMES, Arte e tecnica del restauro. Año I, nº 1. Ed. Nardini. Firenze, 1988. págs. 9 - 14.
- PARRINI, P.:** *Scienza, Conservazione e Restauro*. Arcadia. Milano, 1986.
- PEDROLA I FONT, A.:** *Materials, Procediments i Tècniques Pictòriques*. Ed. Universidad de Barcelona-Barcelona. Col. Manuals Universitaris, nº 2. Barcelona, 1990.
- PERAZA ORAMAS, C. y LOPEZ DE ROMA, A.:** *Estudio de las principales maderas de Canarias*. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1967.
- PERUSINI, G.:** *Il restauro dei dipinti e delle sculture lignee. Storia, teorie e tecniche*. Del Bianco Editore. Udine, 1989.
- PLENDERLEITH, H. J.:** *La Conservación de Antigüedades y Obras de Arte*. Versión española de A. Díaz Martos. ICCROA. Madrid, 1967.
- PLINIO EL VIEJO:** *Storia delle Arti Antique*. Testo, traduzione e note a cura di Silvio Ferri. Roma, 1946.
- QUINTO DE ROMERO, M. L.:** *Los batihojas, artesanos del oro*. Madrid, 1984.
- R.C.M.:** *Guía de productos*. Ed. RCM. Barcelona, 1990.
- RECCHIUTO GENOVESE, A.:** *Metodologia para el estudio, conservación y restauración de la policromía de la escultura española en madera*. ICCR. Roma, 1970.
- RICCIO, A.:** *Chimica e restauro. La scienza per la conservazione*. Ed. A. Riccio. 1984.

- RIGAU, C.:** *La madera*. Ed. Blume. Barcelona, 1978.
- SANCHEZ SANZ, M. E.:** *Maderas tradicionales españolas*. Ed. Sudamericana. Buenos Aires, 1967.
- SANCHEZ-MESA MARTIN, D.:** *Técnica de la escultura policromada granadina*. Ed. Universidad de Granada. Granada, 1971.
- SANTINI, L.:** *Colas, mastiques y adhesivos de todas las clases*. Ed. Ossó. Barcelona, 1945.
- SANTINI, L.:** *Barnices y Lacas*. Ed. Ossó. Barcelona, 1944.
- SCHIBR, J. et SANDIN, K.:** *Artificial resines*. London, 1931.
- SCHWEINGRUBER, F. H.:** *Anatomie microscopique du bois*. Ed. F.Flück-Wirth. Teufen, 1990.
- SORLINI, C.:** *L'azione degli agenti microbiologici sulle opere d'arte*. E.N.A.I.P. Brescia, 1984.
- SPEEDING, D. J.:** *Contamination atmospherique*. Ed. Eyrolles. París, 1981.
- STOLOW, N.:** *Conservation and Exhibitions*. Ed. Butterworths. London, 1987.
- THEOPHILE:** *Tratite des Divers Arts*. Ed. Chez Emile Paul Freres Libraires. París, 1924.
- TORRES, J.:** *Conservación de la madera y su aspecto práctico*. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, 1966.
- ULRICH, G.:** *El mundo de la pintura, una introducción a sus fundamentos y leyes*. Ed. Círculo de Lectores. Barcelona, 1974.
- UNESCO:** *The Care of Painting*. Museum, Vol. VIII. Unesco. París, 1955. Traducido por la Escuela de Artes Aplicadas a la Restauración. Madrid, 1963.

UNESCO: *La Conservación de los Bienes Culturales*. Col. Museos y Monumentos XI. Unesco. París, 1979.

V.V.A.A.: *Guía completa de escultura, modelado y cerámica. Técnicas y materiales*. Reverté. Barcelona, 1986.

VIA CRUCIS: *Arte y Ciencia: Vera-Cruz de Antequera. Estudio pluridisciplinar de un patrimonio*. Año IV, nº 14. Septiembre, 1992. Servicio de Publicaciones del Museo Diocesano del Obispado de Málaga.

WITTKOWER, R.: *La escultura, procesos y principios*. Ed. Alianza Forma. Madrid, 1991.

YOUNGDAHL, C. A. y DOE, B. R.: *Effets of Atmospheric exposure on ruoghening, recession and chemical alteration of marble and limestone sample surfaces in the Esattern United States*. A.C.S. 1986.

**Departamento de Escultura
UNIVERSIDAD DE GRANADA**