

"DETERIORO DE LA POLICROMÍA EN LA CARPINTERÍA MUDÉJAR"

Dra. Carmen Bermúdez Sánchez

Profesora Titular de Universidad

Departamento de Escultura. Universidad de Granada

Capítulo de libro incluido en la publicación: LA CARPINTERÍA DE LO BLANCO EN EJEMPLOS GRANADINOS. LÓGICAS CONSTRUCTIVAS, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN. 2015. Editorial Universidad de Granada. ISBN: 978-84-338-5837-5. Depósito Legal: GR./1648-2015. págs. 237 a 267.

Introducción

Los estudios que aquí se recogen, no pretenden conformar un tratado de la policromía y su conservación. Se trata de una información esencial y útil para una primera aproximación. Lo suficientemente amplia como para tener un concepto claro de lo que implica la alteración y deterioro de los materiales policromos en la carpintería mudéjar, y sus comportamientos a lo largo de su existencia física, repasando los distintos fenómenos físicos, químicos y físico-químicos que, de alguna manera, alteran, modifican o deterioran el estado original de los mismos en función del medio y la incidencia de éste.

Conocidos los materiales que participan en este tipo de policromía, sus propiedades y características técnicas y modos de ejecución, desarrollaremos los distintos fenómenos que, de alguna manera, alteran, modifican o deterioran el estado original y la incidencia del medio que la rodea; es decir en función del medioambiente físico, entorno social, ámbito cultural, marco geográfico, ...; precisando una serie de patologías, específicas e identificables, dependiendo de las circunstancias en las que está inmersa y que determinan su evolución material según la función o uso para la que ésta fue creada o que ha venido desempeñando a lo largo de su existencia física; entendiendo como *Medio* el conjunto de factores, elementos, condiciones y circunstancias, materiales y espirituales, que actúan e inciden de forma permanente o durable sobre un individuo¹, en este caso la policromía, y que influyen sobre su existencia, condición y evolución material; describiendo dicho medio no sólo como el valor medio de cada uno de sus factores, sino también por la amplitud, el ritmo, la rapidez, etc. ... de los cambios que lo afectan.

Determinamos, pues, las distintas relaciones de los acabados policromos con el medio que incide directamente en su conservación teniendo en cuenta la influencia del propio material, su entorno físico y la propia funcionalidad de la obra. Unida a ésta última, una serie de factores han sido determinantes, así mismo, en su evolución material de "*la tendencia de la Humanidad a proteger y conservar lo que por diversos*

¹ Interpretación del significado del término "*medio*" según la Enciclopedia Larousse L14, tomo 9, págs. 3367 y 3368.

*motivos le era especialmente valioso*². En efecto, a lo largo de la historia, muchas estructuras han sido intervenidas con este propósito y no siempre de una manera acertada, bien por cuestiones técnicas - desconocimiento de los materiales constitutivos o de los empleados en la restauración -, bien por cuestiones de índole sociopolíticas, estéticas, arquitectónicas, económicas, jurídicas o ideológicas; aspectos, éstos últimos, en los que no vamos a entrar en cuanto a su justificación histórica, pero sí recordar el hecho de que estas circunstancias han contribuido a su modificación, transformación, mutilación y destrucción e, indiscutiblemente, a su adecuada conservación.

Se considera oportuno recordar, pues, los distintos fenómenos de la siguiente manera en función de la incidencia del medio:

- Marco artístico/geográfico:
 - . Fenómenos físico-químicos causados por la propia constitución de la policromía y su interacción con el soporte de madera, la ejecución de la técnica, defectos e incompatibilidad de materiales...
- Entorno físico:
 - . Fenómenos físico-químicos causados por procesos naturales debidos a la influencia del medio ambiente
- Ámbito sociocultural:
 - . Fenómenos físico-químicos causados por la propia función de este tipo de estructuras;
 - . Fenómenos físico-químicos causados por intervenciones posteriores a su realización

Exponemos, a continuación, bajo estos epígrafes, los principales factores que intervienen en los distintos procesos de alteración y degradación de la policromía en la carpintería mudéjar. Es evidente, que cada uno de ellos por sí solo, no es determinante de una alteración, sino que actúan conjuntamente, favoreciendo o potenciando unos la acción de otros.

Sobre el fenómeno material de la policromía mudéjar

"Para estudiar la conservación de los objetos de madera es necesario primeramente familiarizarse con ciertas características de la materia prima".
(H.J.Plenderleith)³

Poseemos una gran producción de carpintería mudéjar policromada. No obstante, una gran parte de la misma se ha perdido debido a sus características físicas, principalmente por la caducidad de los materiales, de naturaleza orgánica y, por tanto, sensible a fluctuaciones medioambientales y ataques biológicos. Pero es precisamente,

² MACARRON MIGUEL, A. (1997): *Historia de la Conservación y la Restauración*. Madrid. Ed. tecnos. Pág. 13.

³ PLENDERLEITH, H. J. (1967): *La Conservación de Antigüedades y Obras de Arte*. Versión española de Arturo Díaz Martos. Madrid. ICCROA. Pág. 134.

también por sus características físicas y materiales, a la vez que estéticas y funcionales, por lo que se ha hecho posible su conservación. A pesar de estar condicionada por su perdurabilidad, sus defectos físicos y estructurales y otros defectos propios inherentes al material del soporte de madera y la propia policromía en cuestión, el resultado ha sido una gran proliferación y auge de la carpintería mudéjar policromada, que ha seguido evolucionando, conservándose y empleándose, más allá de unos límites de estilo, época, funcionalidad, valor social o ideológico,... Aspectos todos que fueron origen de la evolución desde la primigenia esencia de este tipo de manifestación artística única, como fusión estética, estructural, espiritual, formal,... Su policromado, no sólo ha contribuido a subsanar muchos problemas de orden físico, estético y artístico, sino que ha contribuido a asegurar la preservación, en cierta medida, de este tipo de piezas. Además, ha servido para conferirle a la madera, valiéndose del revestimiento policromo, un valor estético complementario y contribuyendo a difundir estas obras de arte en madera policromada.

La aplicación de revestimientos policromos en la carpintería mudéjar no difiere en gran medida de otras técnicas de acabados y revestimientos en carpintería o mobiliario e, incluso, de la escultura o la pintura. La técnica usada de origen, adaptada a los diferentes ámbitos geográficos y adoptada en otras épocas, estilos y funcionalidades, ha podido condicionar, de alguna manera, la evolución de este tipo de policromía en madera como tal; y, aunque aparentemente el revestimiento policromo parezca restar entidad al material del soporte en sí y su forma de trabajarlo, entendiéndolo desde un punto de vista *escultórico* el binomio madera-policromía, por el contrario, enriquece la representación y expresión de este tipo de obras, su concepción artística y estética, sin olvidar el valor que a cualquier nivel puede aportar, y de todas las épocas a través de las distintas evoluciones llevadas hasta tal punto, que podemos considerarlas como una manifestación cultural de toda la historia: nos deja patentes el espíritu y los ideales de una sociedad, sus modos de vida, el carácter ideológico, la riqueza nobiliaria, los aspectos sentimentales, la arquitectura, el comportamiento social,... En fin, la historia artística de este tipo de policromía, en este caso unida a la carpintería como documento de la historia general de la cultura.

Alteraciones y degradaciones de la policromía en la carpintería mudéjar

Consideramos como alteración y degradación, aquellos procesos o fenómenos físico-químicos que modifican, de una manera u otra, el estado original de la obra de arte, en este caso refiriéndonos a una policromía.

Estudiaremos conjuntamente ambos términos ya que su significación no está claramente delimitada. En términos físicos, la alteración se puede definir como un cambio o modificación en el estado de una cosa. En cuanto a la degradación, se trata del estado de deterioro de un objeto por una causa cualquiera. El primer término está referido a un cambio por procesos naturales, en tanto que el segundo evoca, además,

los efectos ocasionados por cualquier daño⁴. Estas definiciones no están suficientemente delimitadas como para poder designar tal fenómeno con el término de alteración y tal otro con el de degradación.

Generalmente, los dos términos se interpretan como una depreciación, lo que corresponde a un "cambio de bien a mal", así como al estado de "deterioro". Ambos se asocian automáticamente a los daños, al envejecimiento y a la caducidad, a las mutilaciones y deterioraciones. Estos términos, aplicados a las policromías, suponen una excepción a la regla general. Ciertos fenómenos considerados como degradatorios, conceden, desde determinados puntos de vista, una plusvalía o ennoblecimiento en la policromía. Es por tanto que los términos alteración y degradación, referidos al tema que nos ocupa, deben ser interpretados con una acepción más amplia.

Hay quien entiende que se pueda estar hablando de un buen estado de conservación y no de un deterioro o alteración ante una policromía que presente un mínimo defecto material excepto su red de craquelados. Estas evoluciones de la materia pueden ser la causa del ennoblecimiento de la materia polícroma e, incluso, desde cierta apreciación estética, dan a la obra un valor artístico. Aceptamos esta manera de verlo, pero esta obra y en este estado, por un lado difiere profundamente de lo que era en el momento en que su autor la consideró como acabada. Y, por otro, hay que destacar que esta obra ha vivido y evolucionado materialmente y, por lo tanto, ha envejecido. Incluso suponiendo que lo haga en un estado relativamente satisfactorio y sin daños, sus elementos constitutivos son, indudablemente, más o menos caducos. Este envejecimiento es, por su naturaleza, un proceso de alteración material, sujeto a un proceso de evolución natural. Esta evolución es, en realidad, un declive, una degradación hacia un estado de deterioro. Esta mínima red de craquelados es una primera fase de evolución de un aglutinante que está denotando un envejecimiento y todo lo que ello implica, es decir, la degeneración del mismo y la pérdida a corto, medio o largo plazo de sus propiedades como tal, dejando constancia de que ya ha perdido su poder plástico o elástico para amoldarse a los movimientos del soporte de madera, y que progresivamente irá perdiendo su poder adhesivo y aglutinante, y todo lo que ello implica. Ciertamente que determinadas alteraciones y degradaciones pueden, eventualmente, contribuir a aumentar el valor intrínseco de la obra por un realzamiento de su estado material, los efectos de estos fenómenos de alteración y degradación, deben ser escrupulosamente respetados, pero ello no debe dejar de entenderse como una evolución material de envejecimiento. Hay siempre que considerar que este carácter puede ser transformado en un momento dado, y nunca será para bien.

Aunque pueda resultar repetitivo en todos los procesos de degradación y alteración de los materiales, es indispensable hacer un recorrido básico por los

⁴ En términos generales, consideraremos la expresión degradación cuando un cambio lleve consigo implícito un deterioro, mientras que el término alteración solamente implique un cambio sin que por ello se ocasione un deterioro o daño en la obra.

distintos fenómenos de alteración y degradación y en este caso se ha considerado oportuno el clasificar los fenómenos de la siguiente manera:

- . Alteraciones y degradaciones causadas por la propia constitución y la ejecución de la técnica, defectos e incompatibilidad de materiales...
- . Alteraciones y degradaciones causadas por procesos naturales, debidos a la influencia del medio ambiente;
- . Alteraciones y degradaciones causadas por la propia función;

Se exponen así los principales factores que intervienen en los procesos de alteración y degradación en la policromía, en este caso sobre carpintería. Cada uno de ellos, por sí solo, no es siempre causa de una alteración o degradación, suelen actuar conjuntamente, o favorecer y/o potenciar la acción de otros, actuando como activadores o catalizadores de otros procesos.

Alteraciones y degradaciones causadas por la propia constitución y la ejecución de la técnica, defectos e incompatibilidad de materiales...

Los materiales, técnicas y procedimientos no están ahí para ser utilizados porque sí, el policromador debe conocer los materiales que utiliza, sus posibilidades técnicas, características y propiedades, el procedimiento o la forma en que deben ser trabajados, y sobre todo su comportamiento tanto a nivel individual como su grado de compatibilidad con los demás materiales constitutivos, sobre todo desde el punto de vista de su conservación, de manera que se asegure así su perdurabilidad.

Todos los materiales constitutivos de una obra policromada están sujetos a un proceso de envejecimiento natural dependiendo de su naturaleza, y éste se podrá acelerar o retardar, en función de su comportamiento individual como de la interacción con los demás materiales, tanto subyacentes como adyacentes o superpuestos; y evolucionar según las condiciones físicas a las que estén expuestos, o generar otra serie de degradaciones añadidas, si no se siguen unas pautas. La elaboración de los materiales, su elección, tratamientos previos que cada material deba recibir - caso del secado de la madera, por ejemplo -, 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; es lo que comúnmente se denomina envejecimiento prematuro⁵.

La simbiosis carpintería-policromía se compone de materiales cada uno con un comportamiento específico, mezclándose materiales muy vulnerables o poco resistentes con otros de gran solidez o mejor durabilidad. Igualmente, cada material envejece de una manera determinada, unos más lentamente que otros, y puede

⁵ BERMÚDEZ SÁNCHEZ, C. (2001): *La escultura en madera policromada. Degradaciones causadas por la inadecuada ejecución de la técnica, defectos e incompatibilidad de materiales*. Granada. Ed. Departamento de Escultura de la Universidad de Granada.

afectarle a él solo o entrañar consecuencias negativas para los demás materiales con los que esté ligado, y la pérdida de uno puede conllevar la pérdida de otro.

Es cierto que en este tipo de obras, como en el resto de la producción artística, existen factores condicionantes - de orden estilístico, formal, constructivo, geográficos, disponibilidad de los materiales, su rendimiento, el presupuesto,...; pero también pueden surgir problemas derivados o potenciados por un desconocimiento de la técnica o de los materiales, dando lugar a fallos técnicos o procedimientos defectuosos que se traducirán en alteraciones y degradaciones.

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. Pero esto no es solo cosa del mundo actual y la industrialización en el mercado de los materiales, también las obras antiguas 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. Y no siempre el policromador encargado de un determinado proyecto era la persona mejor capacitada para realizar el trabajo. El factor económico era, y es, una influencia determinante en cuanto a la elección de los materiales, buscándose a veces 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.

Como bien dice Marijnissen, aunque relacionado con la escultura en madera, bien pueden aplicarse a nuestro caso, como a cualquier otro, "*... Asociar materiales de naturaleza diversa puede favorecer, en principio, la aparición de taras... 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,...* 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. 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..."⁶.

Dicho esto, expongamos a continuación, de manera muy esquemática, las principales y más significativas causas que pueden ser origen de alteraciones y policromada debidos a defectos e incompatibilidad de los materiales o por una

⁶ MARIJNISSEN, R. H. (1967): *Degradation, Conservation et Restauration de l'Oeuvre d'Art*. Tome 1. Belgium. Ed. Arcade. Pág. 109.

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:

. Singularidades del soporte. Al igual que su anatomía y composición, es fundamental conocer las propiedades y características de la madera, ya que de ello dependerá, en gran medida, el tipo de alteración o degradación que el soporte pueda tener, y causar, a su vez, daños en las distintas capas de revestimiento. De entre todas ellas destacaremos: La *densidad* que, junto con la *porosidad*, repercutirán en sus propiedades higroscópicas, traduciéndose en movimientos de contracción y dilatación y que a su vez condicionarán la adhesión o agarre de los distintos materiales que se apliquen en superficie, favoreciendo o impidiendo igualmente su impregnación. La *anisotropía*, junto con su *capacidad higroscópica*, son los principales factores a tener en cuenta ya que condicionarán cómo reacciona la madera con los movimientos de contracción y dilatación; lo que comúnmente se conoce como movimientos o "*juego de la madera*" y que se reflejará ineludiblemente en la policromía, primero en la aparición de craquelados para, a continuación, favorecer problemas de adhesión, desprendimientos y pérdidas. También las *singularidades o particularidades* de la madera pueden ser posibles causas de una futura alteración o degradación. Aquí se encuentran incluidas las bolsas de resina, fibras reviradas, maderas de reacción - de compresión y de tensión -, grietas y fendas, grano irregular,...incluidos los nudos y, en definitiva, todas aquellas que son causa de una estructura anormal, o también que son propias de ella, y que pueden influir en una buena conservación de la policromía superpuesta al condicionar desde la porosidad, hasta la capacidad higroscópica, no solo a nivel general de la estructura de madera, sino a nivel local, lo que es un riesgo mayor para la policromía de esa zona. Los *nudos*, por ejemplo, tienen tendencia a resquebrajarse y provocar tensiones reflejándose en los estratos superpuestos, y algunos tendrán tendencia a desprenderse con la consiguiente pérdida de los mismos. A destacar la presencia de los llamados *nudos resinosos*, éstos pueden ocasionar exudaciones que manchen y alteren las distintas capas impregnadas; además, por su carácter gomoso, atraerán polvo y suciedad de todo tipo que quedará adherida, y, por su naturaleza y composición, de origen orgánico, podrán ser un buen foco de atracción de ataques biológicos.

Los distintos tipos de reacciones, envejecimientos naturales desiguales, movimientos de contracción y dilatación no homogéneos, que provocarán tensiones a corto, medio o largo plazo repercutirán en la conservación de la policromía. 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 constituida la estructura, 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 tanto en 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 obra.

. La preparación: Este término 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 indispensables para la correcta conservación de la capa polícroma superpuesta. Desde el punto de vista estructural, la preparación actúa como intermediaria entre la madera y las capas de color, proporcionando una capa consistente y estable para recibir la película polícroma; controlando, así mismo, y en cierto modo, la acción del aglutinante de la misma. 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. No todas estas capas están presentes en los procedimientos de ejecución; ello dependerá de la técnica de policromía a emplear posteriormente y de la inclinación o deseo del policromador, así como de los procedimientos técnicos propios del estilo mudéjar.

La *capa aislante*, presente en este tipo de policromías, 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. Muchos problemas de pérdidas de adhesividad y desprendimientos de los estratos superpuestos, pueden estar condicionados o debidos a la falta de esta capa. La *capa de preparación*, propiamente dicha, normalmente a base de sulfato cálcico y colas animales, no suele estar presente en este tipo de policromías, y si lo está es en zonas muy determinadas o con un espesor muy reducido. Su principal misión es la de favorecer la adhesión del estrato de color y, sobre todo, la de absorber los movimientos del soporte para que éste no se vea reflejado en la capa de color, de ahí que su ausencia pueda influir en una mayor y más pronta aparición de craquelados y problemas de adhesividad en la policromía. El *bol* solo se aplica en las zonas que van a llevar incorporada la aplicación de láminas metálicas, y este fondo es importante, pues con él se consigue la superficie homogénea y lisa necesaria para recibir el dorado y su correcta adhesión. Para que las maderas 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 polícromo.

. 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"⁷. La capa polícroma resultante, puede estar constituida por una o varias capas coloreadas, en función de la técnica o procedimiento empleado. El número y superposición de las mismas ha variado en cierta medida a lo largo de la historia de la evolución de las técnicas polí cromas mudéjares, según época y localización geográfica sobre todo. Puede ser característica de una tipología de acabado determinada, de un artista, o consecuencia, bien de la evolución técnica, bien de la aparición de nuevos materiales y recursos tecnológicos, estilos,..... De la elección y correcta preparación de los aglutinantes, 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 obra, dependerá su evolución, su proceso de envejecimiento y, en definitiva, de su adecuada conservación.

En primer lugar, se deberá determinar el tipo de acabado que se desea conseguir según el caso. 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 y cantidad 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 este estilo por un lado y el soporte de madera, por otro; pudiendo realizarse un mismo tratamiento general para toda la obra o combinar acabados distintos según la elección de las decoraciones polí cromas, otras con láminas metálicas o zonas donde solo se aplican tintes directamente sobre la madera o que se alternen con zonas coloreadas. También las estructuras de madera han tenido, y tienen, otra serie de revestimientos o acabados, como son los monocromos y tintes o acabados con barnices coloreados. Todo ello determinará la elección de un acabado a base de capas opacas y homogéneas, veladuras, decoraciones a punta de pincel sobre fondos uniformes....., 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, como ya se ha comentado, también entrarán a formar parte del acabado final de una obra: tiempo, presupuestos económicos, medios técnicos, disponibilidad de los materiales, condiciones geográficas,... 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 estructura de madera, dependerá su evolución, su proceso de envejecimiento y, en definitiva, la adecuada conservación de la obra acabada.

Las propiedades físicas del pigmento a considerar, éstas no influyen de manera decisiva en el comportamiento o en la combinación de éste con otros materiales⁸ pero 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

⁷ GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L. (1994): *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid. Ed. Ministerio de Cultura. Pág. 12.

⁸ Con excepción de los vidrios - esmaltes -, aunque éste no es el caso.

partículas de pigmento - granulometría -, su comportamiento con el aglutinante, el comportamiento de éste con otros pigmentos - mezclas - y sus propiedades ópticas. Así, de entre éstas podríamos destacar la *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, interfiriendo, por tanto, en el grado de absorción de humedad por parte de la madera y, por ende, en su capacidad de reacción. Con respecto al *comportamiento del pigmento con el aglutinante*, 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. 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. Y dentro de todo esto hay que considerar que no todos los pigmentos presentan igual 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. 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. Y esto es algo que no siempre es respetado en la técnica de ejecución. Si bien es cierto que el número de pigmentos que se emplean en la técnica de policromía mudéjar es relativamente bastante limitada, también lo es el hecho de que por cuestiones monetarias o geográficas,... se sustituyan unos pigmentos por otros en determinadas circunstancias. 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 de color que se formará, por lo que habrá que tenerse en cuenta que el medio, con el envejecimiento, y la consecuente alteración, puede amarillear, volver transparente 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 -. 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 pictórica 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. Algo muy a considerar en el proceso de ejecución y aplicación del color. Destacar que en algunos casos, muy escasos en este tipo de acabados policromos, puede ser necesaria la mezcla de varios pigmentos para la obtención de una determinada tonalidad, por lo que hay que considerar el *Comportamiento de un 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*"⁹ 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*"¹⁰.

Con respecto a las propiedades ópticas de los pigmentos destacar que se han de tener en cuenta el índice de refracción, su poder cubriente y su color o intensidad de color que pueden determinar la resistencia que algunos cuerpos, en este caso pigmentos, ofrecen a la penetración de la luz, 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 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*"¹¹. 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 ultravioleta¹², y, por tanto, influirá en su evolución material y proceso de envejecimiento, aumento del grado de transparencia y cambios de tonalidad, decoloraciones... Con respecto al *poder cubriente* de un pigmento, éste será mayor cuanto menor sea la cantidad necesaria del mismo. Va a depender de la naturaleza o composición química del pigmento, su grado de pureza, el tamaño de sus partículas y la

⁹ Sensibilità dell'occhio umano e colore come effetto fisiologico dell'occhio: MATTEINI, M. & MOLES, A. (1994): *La Chimica nel Restauro*. Firenze. Nardini Ed. Pág. 7.

¹⁰ *Le mescolanze di pigmenti*: MATTEINI, M. & MOLES, A. (1994). Pág. 17.

¹¹ MATTEINI & MOLES, A. (1994). Pág. 15.

¹² GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L. (1994). Págs. 33 y 34.

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 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.

Para terminar, solo hacer referencia, en lo referente a las propiedades de los pigmentos, a la incompatibilidad que puede existir entre algunos de ellos como resultado de las reacciones químicas que pueden tener lugar entre ellos, sobre todo al mezclarlos, dando lugar con el paso del tiempo 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.

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. Veremos, más adelante aquellos agentes más comunes que pueden producir algún tipo de alteración en los pigmentos, como son los ocasionados por las condiciones medioambientales a las que están sometidos.

Con respecto a los aglutinantes 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 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, así como su cantidad y calidad, determinará la técnica de ejecución de una policromía y su correcta conservación.

Las propiedades de un aglutinante presentan un papel muy importante a la hora del envejecimiento y comportamiento de la película policroma. 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. 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. 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 y, por tanto, a la aparición prematura de craquelados. Su 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, y esto depende principalmente de la elección de los materiales, su calidad y cantidad específica. 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 sin romperse. Durante el proceso de evolución natural de los aglutinantes, éste será el primer indicio de su envejecimiento, que será causa directa de la aparición de craquelado. Igualmente, 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. Las causas de adhesión vienen, además, condicionadas por las características que presente la superficie que recibe la película policroma, es decir, su porosidad, índice de absorción e irregularidades. Estos 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 policroma de carácter magro o de una emulsión acuosa por su carácter hidrófobo.

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, algo que no siempre se tiene en cuenta, incluso en un mismo proyecto, de ahí que a veces aparezcan determinados deterioros que están presentes de manera local y no general; una cohesión 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 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 su tonalidad original. 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. 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. 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"*¹³. 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 formar parte del aglutinante son excesivas, la película acabará por craquelar. 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. 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 policroma. 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 policromador 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 de color.

¹³ BAZZI, M. (1965): *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*. Madrid-Barcelona. Ed. Noguer. Pág. 190.

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.

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 graso, el aceite es uno de los principales responsables de los posibles efectos que pueden alterar o degradar la película policroma. 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.

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, normalmente es consecuencia del proceso de secado que conlleva, irremediablemente, un proceso de oxidación. Curiosamente suele hacerse más evidente en la oscuridad y, cuanto más recientemente haya sido elaborada la película de color, mayor será el grado de oscurecimiento; 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 con su exposición a la luz como en la oscuridad.

Alteraciones y degradaciones causadas por procesos naturales, debidos a la influencia del medioambiente

Este tipo de alteraciones y degradaciones tienen su origen en la propia naturaleza de los materiales constitutivos de una estructura en madera policromada. Se conocen como el envejecimiento natural de los materiales. Dicho envejecimiento está sujeto, no solamente a las características físico-químicas de los mismos; sino que también depende de las condiciones en las que estos materiales estén inmersos, a la influencia del medioambiente que les rodea y que puede, y de hecho así ocurre, influir de forma determinante en su evolución natural, su envejecimiento y, en último extremo, en su caducidad. Y dado lo extenso que podría llegar a ser este apartado, nos limitaremos, pues, solo a exponer aquellos procesos o agentes medioambientales que influyen en este tipo de policromías y su manera de actuar sobre la misma. Es claro que todo material está sujeto al medio en el que se conserva, influyendo éste decisivamente en su comportamiento y perdurabilidad. Se tendrá en cuenta que cada material, de forma individual, podrá tener una evolución determinada en función de sus propias características y de las condiciones medioambientales. Pero, ni que decir tiene que, en toda policromía sobre madera, pueden ser variados los componentes que la integran; pudiendo, por tanto, influir unos sobre otros y ser susceptibles de provocar una serie, sucesiva, de alteraciones y degradaciones. Todos los materiales constitutivos forman una cadena, están íntimamente relacionados entre sí de tal manera que unos tendrán influencia sobre otros originando una serie de circunstancias las cuales podrán ser susceptibles de definir el envejecimiento de cada obra de una forma individualizada. El deterioro o la alteración de un determinado material originarán o influirán en el deterioro de otro y, éste último, a su vez, en el siguiente, y así sucesivamente. Materiales que, de por sí, se pueden considerar como estables, pueden deteriorarse o alterarse por efecto de otros materiales adyacentes o íntimamente ligados a los primeros¹⁴.

Otro dato a tener en cuenta, es el hecho de que podamos encontrarnos con que un determinado material, por sí mismo, tenga, además de un envejecimiento o evolución específica, una influencia sobre ciertos materiales, que también pueden formar parte de la misma estructura, y no influir sobre otros. Esto, puede ocasionar que determinadas alteraciones o degradaciones se produzcan en función de la relación existente entre los distintos materiales que, sumado a los efectos que paralelamente pueda estar ejerciendo sobre ellos su medio ambiente, son lo suficientemente significativos para poder entender que cada obra tendrá un envejecimiento o evolución diferente. Existiendo, pues, tantos

¹⁴ Pongamos por caso la influencia que el material del soporte, en este caso la madera, puede, y de hecho lo hace, condicionar el buen estado de conservación de los materiales que se aplican sobre el mismo - capas de revestimiento o policromía -. En principio, un buen estado de conservación del propio soporte, puede ser causa de una mejor conservación de la preparación y, a su vez, de la capa de policromía. Del mismo modo, un deterioro o alteración en la madera se verá reflejado en el estado de las capas sobre ella superpuestas.

tipos de envejecimiento como piezas, tipología de procedimientos técnicos, materiales y maneras de aplicarlos o combinarlos para crearlas.

Los fenómenos que se relacionan en este apartado "*representan los aspectos múltiples y complejos de la evolución natural que las cosas experimentan, es decir el declive físico o debilitamiento que termina en un estado de ruina, incluso en la destrucción total del objeto*"¹⁵.

El deterioro y la alteración de la mayor parte de las sustancias que entran a formar parte de una policromía se debe a la acción de los agentes externos, tanto físicos, como químicos o biológicos, existentes en el medio ambiente en el que está inmersa. 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.

Iluminación. 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, promoviendo la oxidación de los mismos con la acción combinada de la temperatura, el oxígeno del aire y la humedad. En general, las radiaciones ultravioleta son la causa primaria, junto con otros agentes como humedad, oxígeno, etc., del envejecimiento natural, gradual y acumulativo, de todos los componentes de una policromía que tengan un origen orgánico. Adhesivos, aglutinantes, aceites, resinas naturales, pigmentos y barnices, se verán afectados en mayor o menor medida por los efectos de la luz.

La presencia de aglutinantes naturales como cola de conejo, caseína¹⁶, almidón, aceites, goma laca, en las distintas capas, sobre todo en la preparación, ocasionan un oscurecimiento o amarilleamiento de las mismas bajo los efectos de la luz, que actúa principalmente como acelerador del proceso de oxidación de estos materiales, y, en algunos casos, volviendo estas capas muy quebradizas; aunque éstas son menos atacables por encontrarse protegidas, en cierto modo, por los sucesivos estratos superpuestos de policromía y barniz, viéndose en mayor medida expuestas cuando

¹⁵ MARIJNISSEN, R. H. (1964). Pág.118.

¹⁶ "La caseína, expuesta a la luz, puede envejecer y deteriorarse en cuestión de seis meses": R.C.M. (1990): *Guía de productos: Sustancias naturales y materias plásticas*. Barcelona. Ed. R.C.M.

existen pérdidas de los mismos. El deterioro de estas capas, es más destacable cuanto más finas sean las capas superiores o carezca de ellas, y cuando estén bajo los efectos de una fuerte radiación. En este caso, la mayor degradación se produce en los efectos que la luz ocasiona sobre los pigmentos. Efectos que serán mayores cuanto más finas sean las capas y menor sea la cantidad de aglutinante o médium que los envuelva, así como su estado de conservación; y será mayor con la presencia de alta temperatura y humedad ambiental elevada. Las reacciones fotoquímicas sobre determinados colorantes y pigmentos causan su degradación progresiva y definitiva, lo que se manifiesta en una decoloración.

En el caso de los pigmentos, también la luz funciona como acelerador o activador de otros procesos de alteración de los mismos, como es la oxidación que sufren aquellos con base metálica, principalmente de hierro y cromo, cambiando de tonalidad a más oscura. 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.

Humedad y agua líquida. La humedad, relacionada con la temperatura, está considerada como la principal causa o factor que influye en la alteración y degradación de todas las obras de arte, actuando sobre ellas tanto directa como indirectamente. Sus efectos son proporcionales teniendo en cuenta tanto el material sobre el que incide, como su relación con otros agentes de deterioro que pueden ir acompañados de ella: contaminación atmosférica, oxígeno, temperatura, ...; siendo capaz de desencadenar otros procesos de alteración, como ataques biológicos, y actuando como acelerador, activador o catalizador de otra serie de reacciones que podrían afectar a la obra: oxidaciones, descomposición o degeneración de materiales orgánicos, decoloración de pigmentos,...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. Si está asociada a otros agentes es cuando favorece en mayor medida 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. Esto es más usual cuando se producen filtraciones de las cubiertas por agua de lluvia. 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 los acabados de algunos tintes en las maderas, 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.

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 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 de color 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, tanto de la policromía como de la preparación.

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

El mayor peligro de este tipo de obras radica en el estado de conservación de tejados y cubiertas, donde problemas de una inadecuada conservación o de los sistemas de evacuación del agua de lluvia pueden ocasionar filtraciones. Las escorrentías que se forman pueden diluir y arrastrar pigmentos y aglutinantes, así como favorecer la aparición de hongos y problemas en la madera que, a su vez, se verán reflejados de manera inminente en los revestimientos policromos. El agua arrastrará, emulsionará y disolverá una serie de sustancias, tanto sólidas como líquidas que mezcladas con ella podrán ser causa de deterioro. Es el caso, por ejemplo, de los cloruros, sulfatos y nitratos que el agua puede encontrar a su paso y llegará a depositarlos o introducirlos en la obra, desencadenando otra serie de degradaciones y deterioros sobre la misma.

El agua de capilaridad o humedad ascendente es una de las causas más frecuentes de la degradación del propio edificio, provocándole un irreversible proceso de descomposición. "*La aparición de este tipo de humedad viene determinada por diversos factores, entre ellos la porosidad de los materiales de construcción, la presencia de agua en el subsuelo, la falta de un adecuado aislamiento en su estructura o la ausencia de transpiración de un muro húmedo*¹⁷", entre otros. Cuando se verifican la presencia de alguno o de todos estos factores, en presencia de un terreno húmedo, el muro absorbe como una esponja el agua del subsuelo, la cual asciende empapando los materiales porosos de la construcción, pudiendo alcanzar en ocasiones las estructuras de carpintería de madera de cubiertas y techumbres. Al contacto con el aire, y dependiendo de la temperatura, la humedad pasa al ambiente en forma de vapor de agua, aumentando el grado de humedad de la atmósfera, o circula como agua líquida, empapando todo material poroso que encuentre a su paso.

Un segundo grupo de degradaciones vendría a consecuencia del alto poder de disolución que posee el agua sobre muchos materiales, aumentando esta acción disolvente cuanto mayor sea el tiempo de contacto entre ambos y dependiendo de varios factores tales como la naturaleza de las sustancias, la superficie de contacto, la temperatura, presencia de catalizadores, acción de la luz,... y provocando pérdidas irreversibles en los mismos, principalmente en las capas de policromía, donde las degradaciones pueden ser más acusadas, por ser más visibles, ocasionando decoloraciones por disolución de los pigmentos, manchas por corrimiento de los mismos, o por traslado de otros materiales constitutivos que son arrastrados por el agua líquida, disolución de los aglutinantes y adhesivos de origen natural y los correspondientes efectos que se ocasionarán a partir de estos primeros - separación de piezas en el soporte por pérdida de los adhesivos que se ven reflejadas en las policromías, levantamientos de las capas por pérdida de aglutinante, degeneración de adhesivos y aglutinantes,... y la consiguiente aparición de ataques biológicos, principalmente bacterias y hongos que descompondrán los materiales orgánicos. El aspecto azulado y pasmado de los tintes y barnices son una degradación específica de su superficie favorecida por la presencia de humedad y que, en definitiva se trata de una microfisuración de la película de barniz, lo cual entrañará el hecho de que éste deje de cumplir su función como tal capa de protección dejando paso a la humedad y otros agentes de deterioro a las capas subyacentes que, además, llevará consigo una perturbación de la visión general de la obra.

Para terminar, los efectos de la humedad son más significativos cuando existen fluctuaciones en el contenido de la misma en el medio ambiente que rodea la estructura, ya que, en condiciones estables, la obra es capaz, dentro de unos límites razonables, de adaptarse al mismo, sin ocasionarse, por ello, deterioros o daños específicos, sino los propios de su envejecimiento natural, más o menos acentuado en función del grado higrométrico existente y, sobre todo, de los cambios bruscos del mismo. El mayor peligro, entonces, lo ocasionarán otros factores, o la combinación de éstos con la

¹⁷ TINÉ, S. (1988): *La pratica del restauro*. Milano. BE-MA editrice. Pág. 117.

humedad, o los derivados de la presencia de éstos: ataques biológicos, oxidaciones, decoloraciones,...

En el caso de presentarse un ambiente excesivamente seco, la propiedad de los materiales porosos e higroscópicos que le llevan a mantener un equilibrio con su medio ambiente, les incitará a ceder, una vez eliminada el agua de impregnación o agua libre, su propia agua de constitución, aquella imprescindible para que dichos materiales permanezcan en las condiciones adecuadas. Es entonces cuando aparecerán contracciones por pérdida de volumen, con los consiguientes deterioros que éstas pueden ocasionar, y se provocarán otros por efectos de un incremento de la fragilidad de los mismos.

La sequedad excesiva, acelera el envejecimiento natural de los materiales por debilitamiento de éstos, principalmente de adhesivos y aglutinantes, que se traduce en la aparición acelerada de craquelados de edad, levantamientos en escamas generalizados, pulverulencias por degeneración de los aglutinantes,... unido, todo ello a contracciones que estos materiales pueden experimentar, ocasionándose tensiones y deformaciones como son, por ejemplo, las cazoletas. Por efectos de la deshidratación extrema de los mismos, acusarán una excesiva fragilidad, volviéndose quebradizos, lo cual es muy perjudicial para la estabilidad de la policromía y su conservación. Con una humedad relativa inferior extrema, lo que ya se considera como una atmósfera seca, algunos materiales tienden a perder su flexibilidad característica volviéndose duros y quebradizos. Incapaces de mantener la plasticidad necesaria para adaptarse a los distintos movimientos del soporte rompen, se desmoronan y se pierden irremediamente. Los efectos son más acusados ante la presencia de colas, adhesivos o aglutinantes de origen animal, usados tradicionalmente en la elaboración de este tipo de policromías. "*Sus propiedades adhesivas, plásticas, etc., se conservan en condiciones aceptables ante una humedad relativa ambiental media. Sin embargo, cuando la humedad relativa desciende demasiado, la película adhesiva tiende a secarse, se vuelve frágil y pierde su adherencia*"¹⁸. Las capas exteriores son las que manifiestan más rápidamente estos efectos, rompiéndose y desmoronándose fácilmente.

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. Está íntimamente relacionada con la presencia de humedad, ésta es la que, junto con la presión, condiciona el índice de humedad presente en un ambiente. Es un parámetro muy importante ya que, además, está adscrita a los cuerpos, determinando, en gran medida, las propiedades de los mismos¹⁹. 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

¹⁸ WERNER, A. E.: Efectos de la humedad sobre los adhesivos y consolidantes. En: UNESCO (1979): *La Conservación de los Bienes Culturales*. París. Col. Museos y Monumentos XI. Pág. 286.

¹⁹ BABOR/IBARZ (1974): *Química General Moderna*. Madrid. Ed. Marín S. A.. Págs. 25 y 26.

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 policroma o colaborar en la proliferación de ataques biológicos. 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 color²⁰. Como en casos anteriores, el calor, más que un agente de deterioro en sí, es otro activador más de los distintos procesos y reacciones que pueden alterar o degradar al pigmento ocasionado por la presencia de otros factores como la luz o la humedad.

La temperatura alta combinada con una humedad relativa ambiental baja ocasionará un exceso de evaporación de la humedad ambiental creando una atmósfera excesivamente seca y contribuyendo a que los distintos materiales higroscópicos cedan el agua contenida en su interior produciéndose contracciones. Por el contrario bajas temperaturas traerán como resultado la condensación del vapor de agua presente en el aire, ocasionándose efectos de condensación y llegando, en condiciones extremas, a provocar la solidificación del agua con los consiguientes riesgos que en ambos casos pueden originarse. De igual manera, excesos de temperatura pueden ocasionar un elevado índice de humedad relativa en el medio ambiente, llegando, en casos extremos a crear una atmósfera excesivamente seca.

Pero no hay que descartar que la temperatura sea un parámetro muy importante capaz de actuar, por sí sola, sobre los materiales, agentes y demás condicionantes que pueden causar alteraciones y degradaciones. En definitiva, la temperatura, o mejor sus variaciones, son un factor que contribuye a la degradación de la obra y su policromía, tanto física, como química o por ataques biológicos.

La temperatura también está ligada a otros factores causantes de alteraciones y degradaciones en la estructura de madera, como son la proliferación de microorganismos y demás ataques biológicos, y actúa como catalizador o acelerador de multitud de reacciones que desencadenarán otros efectos nocivos para la conservación de la obra. Es condición indispensable tanto para el buen secado de los materiales empleados en la propia elaboración, como para reacciones de decoloración, oxidación, etc. ... La variación de la temperatura en un proceso químico cambia la velocidad de reacción del mismo. Así, el aumento de la temperatura, por lo general, acelerará su velocidad y, por tanto, disminuirá el tiempo de la propia reacción y el deterioro será

²⁰ Ver: GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L. (1994). Pág. 35.

apreciable con mayor antelación. Aunque, como ya se ha comentado en el caso de la humedad, la velocidad de las distintas reacciones depende de otra serie de factores como la naturaleza de las sustancias reaccionantes, la superficie de contacto entre ambas, presencia de otros catalizadores - en este caso la humedad, por ejemplo -, acción de la luz,... La temperatura, actúa como catalizador y acelerador de distintas reacciones, por ejemplo la degradación fotoquímica, fenómeno que se incrementa con el aumento de la temperatura. Con esto último, también se origina la rotura de los enlaces químicos de las distintas sustancias que constituyen una policromía y la fluidificación de otras, como es el caso de los lípidos, que favorecerán la permeabilidad de la película y, por tanto, la penetración de humedad; y el de las sustancias termoplásticas que sufrirán reblandecimientos dependiendo de las propiedades de cada una - de su punto de reblandecimiento -. Así, los materiales de origen animal, como las colas y adhesivos, pueden llegar a fundir a escasa temperatura (40 - 45° C) y descomponerse.

La radiación infrarroja, procedente de la iluminación tanto natural como artificial, es predominantemente calorífica. No es tan peligrosa por sí misma sino por el calor que produce y facilita que con la elevación de la temperatura se ocasione la alteración de los pigmentos y colorantes orgánicos, amarilleamiento de tintes, barnices y aceites y los aglutinantes proteínicos se vuelven quebradizos y se contraen. La alteración será mucho mayor cuanto más elevadas sean la temperatura y la humedad relativa ambientales. Una temperatura elevada, en casos extremos, conllevará la aparición de deformaciones de las policromías, craquelados prematuros, pulverulencias y descomposición de los pigmentos. Los adhesivos se degenerarán y, por debilitamiento de las capas, se ocasionarán levantamientos y abolsados en las mismas.

La temperatura es un factor condicionante para la presencia de organismos vivos. Generalmente valores bajos de temperatura no favorecen su proliferación que, en condiciones extremas, llegan a morir, tanto con bajas como con altas temperaturas²¹. Una temperatura superior a 25° C y una humedad relativa superior al 70 % serán suficientes para la proliferación de mohos, insectos xilófagos y el debilitamiento de colas y adhesivos, así como las consecuentes dilataciones de los materiales higroscópicos.

El aire y la contaminación atmosférica. El oxígeno es el causante de todos los procesos de oxidación de los distintos materiales que pueden constituir cualquier componente o material de la carpintería mudéjar, concretamente en este caso en los de la película polícroma. Los aceites que forman parte de la composición de las emulsiones oleosas secan por reacción de los mismos con el oxígeno del aire, provocándose el progresivo oscurecimiento de éstos que afectará ópticamente la tonalidad original del pigmento, enmascarándolo. Es otro factor de deterioro y alteración de algunos pigmentos, causante de todos los procesos de oxidación con la consiguiente transformación de su naturaleza, sobre todo de los pigmentos orgánicos que son más sensibles a esta acción; aunque hay pigmentos inorgánicos minerales, como el blanco de

²¹ CANEVA, G.; NUGARI, M.; SALVADORI, O. (1994): *La biologia nel restauro*. Firenze. Nardini Editore. Págs. 27 y ss.

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.

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 o en los productos de limpieza empleados para el mantenimiento de las salas que las albergan, y que en cualquier momento, por descuido o negligencia, llegarían a ponerse en contacto con la capa policroma de la carpintería.

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.

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.

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.

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 templetes a base de colas animales. 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.

Los 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.

En cuanto a las bases, algunos pigmentos pueden verse afectados ante la presencia de éstas. 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 carpintería 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.

De igual modo, por sus propiedades físicas y químicas, el agua, en contacto con sustancias provenientes de un ambiente contaminado, podrá llevar en suspensión o disolución sustancias, elementos, compuestos y microorganismos capaces de afectar física o químicamente a los materiales constitutivos de la carpintería en madera policromada.

Partículas en suspensión. Son muchos los problemas referentes a los daños ocasionados por la acumulación de gran cantidad de partículas de suciedad en la atmósfera; Esto supone una amenaza ya que es difícil impedir totalmente su acceso. Las partículas sólidas; se van depositando y pueden llegar a evolucionar hasta integrarse con la policromía, llegando, incluso, a ser complicada su eliminación. El problema puede ser más acusado cuando existen partículas de naturaleza grasa, que son más fácilmente adheridas en cualquier superficie y, a su vez, atraen nuevas partículas. Esto puede generar oscurecimientos y cambios aparentes en la tonalidad general de una policromía, máxime cuando la capa de suciedad acumulada no es uniforme, ya que tenderá a concentrarse en mayor medida en superficies más o menos horizontales. Además favorecerán la atracción y retención de humedad localizada debido a su carácter marcadamente higroscópico y podrán llegar a alterar la policromía sobre la que se depositan, a veces de manera definitiva. El humo, los gases y la humedad, favorecerán su infiltración y adherencia. Las acumulaciones de polvo, también podrán tener un efecto corrosivo si las partículas que lo integran son de naturaleza ácida.

El aire, además, puede llevar en suspensión otra serie de partículas, como bacterias que, dependiendo de su naturaleza, pueden descomponer algunos materiales orgánicos - colas, adhesivos y aglutinantes -; o las esporas de hongos que, en condiciones favorables para su germinación, ocasionan otros deterioros.

Ataques biológicos. Como toda materia orgánica, la madera y sus derivados - así como los demás componentes de la obra -, pueden sufrir el ataque de organismos vivos, fundamentalmente bacterias, hongos e insectos xilófagos que, cuando encuentran condiciones favorables a su acción y desarrollo, pueden llegar incluso a destruirla completamente. Determinadas especies de bacterias son capaces de atacar a los integrantes de origen orgánico - colas, adhesivos y aglutinantes -, y descomponerlos, provocando pérdidas de adhesión o pulverulencias en las capas de policromía. Estos

ataques se ven incrementados en condiciones de humedad y temperatura adecuadas para su proliferación, siendo el proceso de degradación más rápido cuantos más altos sean estos parámetros. La presencia de impurezas y el ph de los materiales constitutivos, son condicionantes para la presencia de bacterias, dependiendo sus efectos de la extensión del ataque y del tiempo en que éstas permanezcan actuando. Un cierto ph favorece la proliferación de bacterias. Los depósitos de suciedad y polvo sobre un material o superficie permiten más fácilmente instalarse a una colonia de bacterias. El material degradado por otras causas también es más propenso a ser atacado debido a que permite una mejor adhesión de la colonia al estrato. La madera y los materiales de naturaleza orgánica son los más atacables por las bacterias, aunque su ataque es menos frecuente que el de hongos. Las bacterias, en ocasiones, actúan junto con hongos xilófagos de tipo cromógeno, ocasionando, al igual que en la madera, decoloraciones, manchas y pérdidas de sus propiedades mecánicas, por degeneración, putrefacción y descomposición de estos materiales, que se traducirá, ante todo, en pulverulencias²².

En cuanto a la presencia de hongos y mohos, el mayor peligro que puede derivarse de un grado excesivo de humedad relativa, es la tendencia a su proliferación en cualquier material que le proporcione sustancias nutritivas. Las condiciones que favorecen las diversas micosis son, además de un grado demasiado elevado de humedad ambiental, la oscuridad, ventilación insuficiente o defectuosa y una temperatura media, o sea, no muy baja. La suciedad y engrasamiento de la obra favorecen la adherencia de las esporas. Algunos pigmentos se muestran indiferentes a la formación de mohos, otros tienen cualidades fungicidas. Los aceites secativos, sin embargo, atraen a las esporas y favorecen su desarrollo. La presencia de microorganismos sobre una superficie policromada, no tiene siempre una relación directa con los pigmentos o el aglutinante; otros factores pueden haberla ocasionado. En cualquier caso, podemos decir que los hongos son el agente causante de la mayor parte de la desintegración de los materiales orgánicos, destruyendo maderas, aglutinantes y adhesivos,... y cualquier material de origen natural, siendo particularmente importantes por su actividad en la descomposición de los materiales de origen vegetal debido, principalmente, a su capacidad para utilizar la celulosa. A diferencia de las bacterias, los hongos prefieren medios relativamente ácidos para su crecimiento, siendo el ph de 6 el óptimo aproximado para la mayoría de las especies investigadas²³. Aunque la luz no es imprescindible para su crecimiento, al menos es necesaria para la esporulación de muchas especies. En condiciones favorables, las hifas fúngicas pueden mantener un crecimiento indefinido y las colonias continúan creciendo hasta cuatrocientos años. Las esporas, son capaces de permanecer durante siglos esperando las condiciones adecuadas para su desarrollo.

Vibraciones. La excitación de partículas, originada por cualquier causa, se propaga en ondas expansivas y se traduce en un movimiento. Las causas que generan cualquier tipo de vibración podríamos clasificarlas en las que tienen su origen en causas naturales - en la propia naturaleza - y en las que, de alguna manera, han sido provocadas

²² Para mayor información ver, por ejemplo: CANEVA, G.; NUGARI, M. P.; SALVADORI, O. (1994).

²³ ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. (1985): *Introducción a la micología*. Barcelona. Omega.

por el hombre - causas antrópicas -. Entre las causas naturales se podrían citar los terremotos, los movimientos sísmicos, las tormentas eléctricas - truenos -, sonidos naturales,... Entre las antrópicas estarían las vibraciones producidas por motores, la música, golpes, desplazamiento de objetos, ruidos, excavaciones,..., incluso el propio habla. La vibración es una causa física, de carácter mecánico, producida por la excitación de partículas, que se propaga con un movimiento ondulatorio direccional o multidireccional y que, a su vez, puede propagarse a través de partículas de los sólidos - vibraciones sólidas - o a través del aire - vibraciones aéreas -. Estas últimas, pueden excitar partículas sólidas al chocar con un cuerpo y transmitirse a través del mismo²⁴. Así, las vibraciones aéreas tienen una naturaleza eminentemente acústica. Son las producidas por ruidos o sonidos ocasionados por vehículos que circulan alrededor del edificio, los ocasionados por el propio sistema de equipamiento del mismo, sistemas de acondicionamiento medioambiental, aparatos de limpieza, la música, el habla...ejerciendo un efecto perjudicial acumulativo tanto sobre los cimientos y estructuras de los edificios, como de las piezas que éstos alojan²⁵. La circulación intensa provoca un aumento proporcional de vibraciones sólidas y aéreas que, con frecuencia, ni siquiera el pavimento o la estabilidad de los edificios pueden resistirse a las tensiones y vibraciones así producidas. Sus efectos son acumulables; puede ocurrir que el deterioro aparezca con posterioridad de la exposición al choque de la vibración, de ahí que la relación entre la exposición a la vibración y el deterioro no esté claramente definida, ya que al no aparecer los efectos y deterioros sobre la obra de manera inmediata, éstos pueden ser imputados a otras causas²⁶. En cualquier caso, la vibración provocará una aceleración en el proceso de envejecimiento de la obra de arte en general, lo que se podrá traducir en un deterioro o degradación que será directamente proporcional, o estará en función, del tipo de la vibración resultante; la cual, a su vez, dependerá de la velocidad de propagación, frecuencia, amplitud y longitud de onda, intensidad, distancia del foco de origen, y del sentido de propagación del movimiento: lineal, circular, expansiva, transversal, directa o reflejada, longitudinal, vertical o lateral. De igual modo, es sabido que muchas reacciones químicas ven acelerada su velocidad de reacción en presencia de vibraciones. La transformación química puede llevarse a cabo si las distintas sustancias o materiales reaccionantes "*poseen suficiente energía cinética - de traslación, oscilación y vibración - para que los enlaces entre sus átomos se debiliten, llegando incluso a romperse, originándose, así, nuevos enlaces y, en consecuencia, nuevas sustancias*"²⁷.

Alteraciones y degradaciones causadas por la propia función

Los deterioros aparecen o se originan, en este caso, por el propio uso o función de la obra, no por procesos naturales de envejecimiento de los materiales constitutivos o actuaciones directas sobre ella. Este apartado comprendería, por tanto, *su función estructural y de sustentación*, lo que conllevaría posibles pérdidas de resistencia con las

²⁴ Un ejemplo característico sería el de la vibración de un cristal - vibración sólida -, ocasionada a partir de la vibración aérea producida por el ruido del motor de un automóvil, al chocar ésta última con la primera.

²⁵ UNESCO (1979). Pág. 168.

²⁶ *Vibration and shock in transport* . En: STOLOW, N. (1987). *Conservation and Exhibitions*. London. Ed. Butterworths. Pág. 194.

²⁷ BABOR/IBARZ (1974). Pág. 283.

consecuentes deformaciones, desplazamientos y pérdidas de fragmentos y, por ende, su repercusión en las policromías. El contacto directo con cubiertas y tejados no solo perjudica la presión que estos elementos ostentan sobre las carpinterías, sino el hecho de que cualquier problema de las cubiertas recae directamente sobre las techumbres, alfarjes y artesonados siendo rápido pacto de filtraciones de agua por lluvia, arrastre y descomposición de materiales de naturaleza orgánica. *Las alteraciones, degradaciones y mutilaciones con motivo de la modificación de la estructura original en intervenciones posteriores*, atañen a intervenciones tales como las readaptaciones de sistemas de iluminación, principalmente, y algunas intervenciones con motivo de su conservación y reestructuración o cambio de función del edificio que ha llevado a su mutilación, incluso a ocultarlos con el consiguiente deterioro que ello puede conllevar; o los derivados de su *mantenimiento ocasional*, que se traducirían principalmente a la acumulación de depósitos de suciedad por la poca accesibilidad a las estructuras y algunas obras e mantenimiento con productos a veces poco adecuados que alteran física y estéticamente las policromías originales, provocando desgastes, cambios de tonalidad, readaptaciones y reinterpretaciones de decoraciones policromas y demás repintes y capas superpuestas adaptándose a los nuevos usos del edificio y modas.

En consecuencia, la obra sufre una transformación u ocultación de su forma original con la consiguiente desfiguración estética, y la alteración de su valor como documento histórico. Presentará, además, los daños, en la mayoría de los casos irreversibles, en las distintas capas y en el soporte por orificios de clavos, mutilaciones, y desgastes, alteraciones y cambios en el color original e, incluso, pérdidas de policromía y soporte, con la posibilidad de los subsiguientes repintes y demás intervenciones.

En la mayoría de los casos lejos del alcance por su excesiva altura, que imposibilita un adecuado mantenimiento, las labores se han podido limitar a aplicaciones de sucesivas capas de barniz sin proceder previamente a una adecuada o mínima eliminación del polvo acumulado, favoreciendo la integración del mismo con la policromía subyacente.

El olvido no es el peor daño que le puede ocurrir a una obra. Su "recuperación" es mucho peor, sobre todo en aquellos casos en que se transforma con motivo de la reutilización o adecuación del edificio con otros propósitos distintos de los originales para los que éste había sido concebido. Algunas carpinterías son desechadas y olvidadas, cegadas con dobles techos favoreciendo microclimas inadecuados para su conservación, favoreciendo la proliferación de hongos y bacterias. Son desestimadas por la adaptación de un espacio al gusto de la época, por consideraciones de orden religioso o iconográfico, o por abandono del local. Algunas, incluso, pueden "reutilizarse" para adaptarlas a otras distintas de la original; otras son repolicromadas, desfiguradas, etc.,... como consecuencia de una falta de conocimiento y respeto infravalorando o desestimando su valor artístico, histórico, religioso, documental etc....

Fallos en los puntos de apoyo o en los sistemas de sujeción de una estructura no se presentan con frecuencia pero, cuando ocurren, el riesgo de que la obra sufra un daño está presente. Cierta número de accidentes de este género podría ser imputable a la, inadvertencia, la negligencia, la inexperiencia o la celeridad o urgencia con que se llevan a cabo obras de rehabilitación y readaptación de cubiertas. Se utilizan sistemas de agarre metálicos que, con el tiempo, pueden alterarse y dejar de cumplir su función sustentante, o que no tienen la capacidad de refuerzo suficiente. A veces, se emplean cuñas para utilizarlas como punto de apoyo y evitar movimientos de la obra, con lo que el centro de gravedad de la estructura se ve desplazado y puede ocasionar tensiones, separación de piezas e, incluso que algunas piezas se venzan y caigan, con el consiguiente deterioro de arañazos, roces, y pérdidas de la policromía. La aparición de grietas y separación de ensamblajes por pérdidas o fallos en los puntos de apoyo, como ya se ha comentado, con eventuales levantamientos, craquelados y pérdida de las capas de policromía, son las consecuencias más directas que se pueden ocasionar, junto con las deformaciones y fragmentaciones por caídas y golpes, muy a menudo propiciados por la antigüedad de los locales, arreglos y equipamientos impropios del edificio o por la propia tipología de ejecución de la obra.

La dejadez en cuanto al mantenimiento de un edificio trae consecuencias negativas. Una cubierta en mal estado provoca infiltraciones de agua, de aquí el aumento de la humedad ambiental o la aparición de agua en estado líquido que puede empapar una madera y su policromía, y los consiguientes desprendimientos y caída de fragmentos del estrato de color, proliferación de hongos, arrastre de materiales y pigmentos, etc.,... La falta de elementos aislantes en las paredes o muros, también es una fuente potencial de filtraciones de humedad y vibraciones que pueden ser causa de deterioros en una carpintería policromada. Los sistemas de ventilación, ascensores y demás equipamiento que produzca algún tipo de vibración, pueden ser también causas de alteración; sin mencionar los medios de que pueda disponer la sala o edificio contra otros accidentes mayores como incendios y la existencia de materiales combustibles en la construcción o acondicionamiento del edificio, que pueden aumentar el riesgo de provocar pérdidas irreversibles; de igual modo la utilización de materiales, como la madera, sin un tratamiento previo adecuado, que contribuyen a la proliferación de insectos xilófagos²⁸, o la adaptación del edificio que pueden condicionar la pervivencia de estas estructuras, encontrando situaciones en las que se han practicado orificios para inserción de nuevos elementos de iluminación, ampliaciones de salas que pueden implicar pérdidas de resistencia o defectos en los puntos de apoyo, adaptación de ascensores que producen un exceso de vibración,...

El nuevo acondicionamiento del edificio²⁹ deberá tener en cuenta idénticas condiciones ambientales en las que las obras se encuentran normalmente o mejorarlas, prever sistemas para mantener las mismas e, incluso, desde el punto de vista de

²⁸ TILLOSSON, R. G. (1977): *Museum security. La securité dans les musées*. París. ICOM.

²⁹ Para mayor información acerca del acondicionamiento de edificios ver, entre otros: LEON, A. (1978). *El Museo. Teoría, praxis y utopía*. Madrid. Ed. Arte Cátedra. UNESCO (1979): *The organization of museums: practical advice*. Unesco. París; REES-JONES, S. G. (1963): *Studies in Conservation*. Vol. 8, London; KUHN, H. (1986): *Conservation and Restoration of Works of Art and Antiquities*. London. Ed. Butterworths; STOLOW, N. (1987).

adecuación y rehabilitación de techumbres, evitar sobrecargas en las mismas que pudieran afectar a su resistencia. Por infiltraciones de agua aparecerán manchas de humedad, manchas de los residuos que arrastra el agua, las producidas por oxidaciones, solubilización de policromías, deformaciones y dilataciones locales y pérdidas de policromía. Por caída de fragmentos de enlucido: deterioros en la policromía, golpes, arañazos y roces con pérdida ocasional de fragmentos del soporte. Por obras de arreglo del edificio: cambios higrométricos, salpicaduras de yesos, enlucidos y pinturas; golpes, arañazos y roces accidentales.

Microclimas y su efecto en las carpinterías mudéjares policromadas

A veces son más los efectos que podemos prever que ocurrirán que los que en realidad suceden. Muchas de estas armaduras y techumbres han llegado en perfectas condiciones de conservación hasta nuestros días, y habría que preguntarse si ha sido la adecuada conservación de las mismas por nuestra parte o a veces los efectos propios de los sistemas de construcción de los edificios que las albergan. En ocasiones nos preocupamos en demasía sobre cómo actuar y en otras son las propias construcciones quienes solucionan sus propios sistemas de conservación. La propia tipología de construcción de estos edificios favorece la creación de microclimas que en gran medida aíslan estas piezas de un entorno ambiental hostil. En efecto, las grandes alturas en las que estas piezas se encuentran ubicadas, y los escasos huecos que presentan este tipo de edificaciones con pocas puertas y ventanas colocadas por debajo de las cubiertas y artesonados abovedados, favorecen que en la parte superior del interior de estos edificios se generen microclimas o colchones térmicos que mantienen casi constantes la temperatura y humedad relativa ambiental. Esto, unido a la escasez de vanos abiertos en la parte superior del edificio que faciliten el efecto Venturi cuando son abiertos, contribuyen a que los cambios y renovación de aire y, por tanto, de alteración de la humedad ambiental, sean más pausadas y lentas de lo que pensamos, contribuyendo en igual medida a que también este cambio pausado de humedad y temperatura del espacio inferior afecte igualmente en menor medida al gradiente térmico de la parte superior de los edificios. Microclima, éste, que se ve acentuado precisamente por el espesor de los muros, su porosidad, y el propio material de fabricación de las techumbres, al ser la madera un material que favorece el acondicionamiento térmico y, por tanto, el mantenimiento del grado higrométrico ambiental. Y donde es más peligrosa la acumulación de público que aumenta considerablemente el grado higrométrico ambiental bruscamente, simplemente por la respiración, que mantener abiertas las puertas para su ventilación alternándose con largos periodos de tiempo cerradas, ya que ello no ocasionaría significativos cambios medioambientales.

Esto es bastante evidente en armaduras a dos aguas ubicadas en las naves centrales, así como en las carpinterías de bóveda, de cubiertas circulares o abovedadas; sin embargo no ocurre igual en aquellas carpinterías colocadas en plano horizontal, como artesonados y alfarjes, donde no existe la posibilidad espacial de que se puedan dar este tipo de condiciones, aunque ello también depende de la altura y de la localización y tamaño de vanos que favorezcan ventilaciones cruzadas.

Por otro lado, y de igual manera que estos microclimas pueden favorecer la correcta conservación de armaduras, puede considerarse un arma de doble filo, ya que por esto mismo tampoco favorecerán una rápida adecuación de la humedad en el caso de filtraciones o problemas de evacuación del agua de lluvia o desagües obstruidos o deteriorados, por un inadecuado mantenimiento, lo que conllevaría a mantener durante largo tiempo altas concentraciones de humedad relativa ambiental, incluso a retener agua líquida, y la madera empapada, con los consiguientes efectos negativos, que podrían ir desde la pudrición de la madera, a la proliferación de hongos y demás ataques biológicos, así como al consecuente deterioro y degradación de sus policromías que, de por sí, estarían expuestas a ataques de hongos, proliferación de bacterias y pudrición o descomposición de aglutinantes con los consecuentes levantamientos, pérdidas de cohesión entre estratos, pulverulencias y pérdidas.