



## PINTURA SOBRE COBRE: ESTUDIO TÉCNICO-MATERIAL, INDICADORES DE ALTERACIÓN Y CONSERVACIÓN

Por

ANTONIO J. SÁNCHEZ FERNÁNDEZ

y

DRA. BEATRIZ PRADO CAMPOS

Departamento de Pintura, Facultad de Bellas Artes.  
Universidad de Sevilla

### 1. ANTECEDENTES

El uso de metales como soporte pictórico viene desde tiempos antiguos, no en vano, ya en los tratados medievales se puede comprobar la descripción del uso de la pintura sobre determinados metales, como oro, plata o estaño y, en menor medida, cobre. A menudo, estos metales preciosos se reducían a láminas delgadas para cubrir soportes de madera y posteriormente eran pintados con colores traslúcidos, matizando así la luminosidad del fondo, propia de los metales.

Grandes autores han incluido en sus tratados descripciones relacionadas con la técnica de pintar sobre soporte metálico. De hecho, la técnica de corlar al aceite fue descrita por Teófilo en *De Artibus Diversis*<sup>1</sup> en el siglo xv, en el que hace mención de la pintura translúcida sobre lámina de metal. Cennino Cennini, en *El Libro del Arte*, (que data de finales del s. xiv y principios del s. xv), expone las maneras de *pintar al óleo sobre hierro, tabla y piedra*<sup>2</sup>. La pintura sobre metal se ejecutaba en objetos como armaduras, armas, escudos, relicarios y utensilios varios.

La primera expresión pictórica sobre un soporte de cobre es la técnica del esmalte translúcido, datada hacia mediados del siglo xv. Esta técnica se desarrolló hacia un concepto más pictórico, especialmente en Francia (Limoges) e Italia (Lombardía y Venecia)<sup>3</sup>. El proceso comenzaba con la incisión del motivo sobre la lámina de metal (usualmente de cobre) y la aplicación con pincel de los colores vitrificables. Como alternativa, se procedía a pintar sobre una base de esmalte blanco. Antes del cocido, se acababa con una ligera capa de esmalte translúcido que recubría toda la superficie. A partir de estas obras, muy extendida por toda Europa, no es de extrañar que los pintores de caballete decidieran experimentar con este tipo de soportes<sup>4</sup>.

En el siglo xvi, el aguafuerte experimentó un fuerte desarrollo. Las láminas de cobre resultan un material excelente por su tamaño compacto, dúctil y sensible a los registros de los trazos artísticos. Asimismo, en algunas obras se han descubierto incisiones previas debajo de la película pictórica, lo que nos lleva a pensar que también se pintó sobre placas grabadas. Es el caso de *Tobías y el arcángel Rafael* del pintor alemán Adam Elsheimer (1578-1610), que se encuentra en la Galería Nacional de Londres<sup>5</sup>.

El uso de soporte de cobre en la pintura parecía resolver el problema de la durabilidad y conservación de la obra. En este sentido, está menos condicionado al deterioro biológico y climático que las pinturas sobre tablas o lienzos. Además, los procesos de preparación preliminar también eran más simples. Del mismo modo, la lámina de cobre presentaba ideales características para recibir la pintura al aceite, ya que el soporte se caracteriza por no ser absorbente, ser rígido, suave (excelente para el pintado de detalles), fácil de cortar en diferentes formas y presenta un característico color rojizo cálido, similar a muchas preparaciones manufacturadas para pinturas sobre lienzo.

A mediados del siglo xvi se experimenta una gran producción de pintura sobre lámina de cobre por varias razones<sup>6</sup>, motivado por el cambio de clientela hacia una clase media que desarrolló una inclinación hacia obras manejables con las que enriquecer sus casas. Asimismo, se produjo una mejora en las técnicas de explotación minera y la invención del molino, con el que se elaboraban las láminas, que trajeron consigo una reducción de los costes de producción. Además, la técnica de pintura sobre cobre se desarrolló en paralelo al gusto por los materiales raros y preciosos, un gusto que se alimentaba en los círculos humanistas de Europa<sup>7</sup>. Los orígenes italianos los documenta Giorgio Vasari (1511-1574) en su relato sobre la vida de Sebastiano del Piombo (1485-1547), narra que pintó en diversos soportes y menciona el uso temprano de esta técnica por el pintor, aunque no indica que el artista fuera el inventor de la misma<sup>8</sup>. Karel van Mander en su texto *Het Schilder-boeck*, documenta la visión flamenca de esta técnica, al referirse a la biografía del pintor alemán Hans Rotenhammer (1564-1623). Escribió que cuando llegó a Italia se dedicó a la *pintura sobre placas como es habitual en los holandeses*<sup>9</sup>. Probablemente los artistas flamencos durante sus estancias más o menos largas en Italia aprendieron la técnica en contacto con los artistas italianos.

Pensamos que en la cuestión del origen de la técnica de los óleos sobre cobres no hay logros personales, sino el resultado de la lógica evolución de fases de desarrollo técnico en el que participaron, incluso independientemente, muchos artistas.

### 2. MATERIALES Y TÉCNICA DE EJECUCIÓN

#### 2.1. El cobre

Etimológicamente, el vocablo «cobre» proviene del latín. Tanto del sobrenombre *cyprium* o *cuprum* que los romanos daban a dicho metal al relacionarlo con las ricas minas de la isla de Chipre, como lo muestra gran parte de las voces utilizadas por las lenguas occidentales modernas para designarlo (español: *cobre*; francés: *cuiivre*; alemán: *Kupfer*; inglés: *copper*).

Se obtiene principalmente mediante la extracción de minerales: carbonatos, óxidos o sulfuros. Entre los carbonatos de cobre se encuentra la azurita y malaquita, que también se utilizan en el campo artístico como pigmentos en la pintura y piedras ornamentales en la joyería.

Varias son las razones por las que la metalurgia artística otorga al cobre un papel principal: es un metal abundante en la naturaleza, posee unas atractivas características de dureza, maleabilidad y resistencia a los agentes atmosféricos y es

<sup>1</sup> THEOPHILUS: *Upon Various Arts—De Diversis Artibus*, traducción de R. Hendrie. London: John Murray, 1847. Cap. XXIX, p. 35.

<sup>2</sup> CENNINO CENNINI: *El libro del arte*. Comentado y anotado por F. BRUNELLO. Madrid: Ediciones Akal, 2002, p. 139.

<sup>3</sup> MALTESSE, C. (coord.): *Las técnicas artísticas* (8.ª ed.). Madrid: Cátedra, 1995.

<sup>4</sup> GÉNÉREUX, A.: *Les huiles sur cuivre en nouvelle-france au xvoe siècle: circulation et usages* (Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en études des arts). Montréal: Université du Québec, 2010, pp. 12-13.

<sup>5</sup> The National Gallery. Paintings: *Tobias and the Archangel Raphael*. [En

línea], [ref. de 11 de agosto de 2014]. Disponible en web: <http://www.nationalgallery.org.uk/paintings/after-adam-elsheimer-tobias-and-the-archangel-raphael>

<sup>6</sup> TERENCEZ, M. G.; FABIANO, F. y AMADORI, M. L.: *Dipinti su rame: storia, tecnica, fenomeni di degrado, diagnostica, indicazioni per la conservazione e il restauro*. Padova: Il Prato, 2006, p. 8.

<sup>7</sup> GÉNÉREUX, A.: *Les huiles sur cuivre en nouvelle-france...*, *Op. cit.*, pp. 18-20.

<sup>8</sup> VASARI, G.: *Vite de' più eccellenti pittori, scultori e architetti*. T. IV. Firenze: Per Gio. Batista Stecchi, e Anton-Giuseppe Pagani, 1772, p. 372.

<sup>9</sup> VAN MANDER, K.: *Het schilder-boeck* (facsimil de la primera edición, Haarlem 1604), Utrecht: Davaco Publishers, 1969, p. 296.

versátil, pues permite mediante aleaciones (bronce y latón) mejorar o adaptar sus características a las distintas necesidades. Ya en 1639, Alvaro Alonso Barba, en su curiosísimo tratado sobre el *Arte de los metales*, nos habla acerca de las propiedades y usos de este material<sup>10</sup>:

Excede en la composición del Cobre la parte sulfurea, casi fixa, de cuyo color destemplado se origina su color encendido; respira sobre todos los metales olor de Azufre, quando se derrite, y por su demasiada combustion está menos sujeto a los daños que el ayre, agua, ò tierra pudieran ocasionar en orden á su corrupcion [...]. Es en las máquinas de duracion perpetua, por no tornarse de orin, como el Acero, ò Hierro, y así en la antigüedad fue tenido en muy gran aprecio, y de él se hacia la clavazon para los Navios, las Armas, y otros instrumentos, uso que tambien tuvieron los naturales de este Reyno.

Como muestra el texto, eran conocidas sus propiedades frente a los agentes de deterioro, que producen su corrupción o su alta resistencia al rozamiento.

## 2.2. Técnicas de fabricación de la lámina de cobre como soporte pictórico

El cobre tiene la importante característica de poder ser deformado en frío. Los diferentes métodos de procesamiento afectan tanto a la apariencia estética como al comportamiento mecánico de la lámina, y por consiguiente, al aspecto de la pintura. Existen varias técnicas de fabricación de láminas de cobre, destacan: vertido fundido del metal, batido a martillo y laminado.

- Vertido fundido del metal: para la fabricación de placas y lingotes de varios espesores, se vertía el metal fundido en una cama de arena en pendiente<sup>11</sup>, y para obtener el espesor y el tamaño deseado se sometían a un martilleo posterior.
- Batido a martillo: es la técnica más antigua para procesar los metales; a través de este proceso se obtenía una lámina muy rígida, poco homogénea, en la que se pueden observar anillos concéntricos y ligeras deformaciones del soporte.
- Laminado: se difundió en el siglo XVI, y consiste en pasar la placa entre dos rodillos. Este método de producción permite crear láminas más uniformes y una superficie más plana<sup>12</sup>.

En resumen, las placas de cobre que llevan las huellas del laminado se caracterizan por una serie de ondas paralelas que dejan una impresión general, mientras que las marcas del martilleo tienen una apariencia de círculos concéntricos y concavidades.

## 2.3. La preparación de la lámina de cobre

La preparación es un estrato que ocupa un lugar intermedio entre el soporte y la película pictórica propiamente dicha. Su función es la de unificar el aspecto de la superficie, y facilitar la adhesión de la pintura al soporte, de forma que esta unión sea técnicamente segura, protegiéndola de los movimientos. Esta definición genérica, aplicable a la pintura sobre lienzo, tabla, etc., como veremos, presenta sus propias especificaciones al referirnos a la técnica de pintura sobre cobre.

Debido a las características superficiales de la lámina de cobre, no se requería una preparación propiamente dicha para conseguir una superficie homogénea y unificada, como ocurre en lienzos y tablas. Aun así, el soporte se trabajaba mediante un proceso de alisado, con abrasivos como la piedra pómez y cenizas que revelaban las irregularidades, para luego desengrasar y eliminar cualquier resto de grasa o



I. B. PRADO-CAMPOS. DETALLE DEL CORTE IRREGULAR DE UNA LÁMINA DE COBRE. COLECCIÓN PARTICULAR

suciedad que pudiera dificultar la cohesión entre los estratos. Posteriormente, se pretendía conseguir una superficie ligeramente rugosa, que ayudara a dicha adhesión, por medio de papel de lija o instrumentos afilados<sup>13</sup>.

Tradicionalmente, la capa de preparación en soportes celulósicos está compuesta por una carga inerte, normalmente sulfato o carbonato cálcico y un aglutinante, tradicionalmente de cola animal. En donde opcionalmente, se le añade pigmento que colorea la preparación y le confiere efectos artísticos como mayor luminosidad o modificación del color. Pero una vez más, observamos cómo las características del propio material determinan los aspectos técnicos, ya que en las láminas de cobre están totalmente desechados el uso tanto de las cargas inertes descritas, sustituyéndose por pigmentos, y el aglutinante orgánico de naturaleza higroscópica se reemplaza por aceites secantes, como así lo describen diferentes autores, entre ellos:

Francisco Pacheco, en su *Arte de la Pintura* (1649), describe la imprimación de las láminas, que, una vez lisas y limpias, se realizaba con blanco de plomo (albayalde), pigmento sombra y aceite de linaza. Recomienda darlo en una sola capa muy delgada y extendida con los dedos no con brocha<sup>14</sup>. Asimismo, el tratado de Antonio Palomino (1797)<sup>15</sup>, advierte que para conseguir la lisura del aparejo es necesario un remolido de los pigmentos (blanco, sombra y tierra roja). Como primer paso, había que frotar con un ajo, para facilitar el agarre y el secado homogéneo de la imprimación. En este caso, Palomino indica la aplicación con brocha y tamponando con

<sup>10</sup> ALONSO BARBA, A.: *Arte de los metales, en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros.* (Facsimil) Valladolid: Editorial Maxtor, 2003, pp. 54-55.

<sup>11</sup> TARENZI, M. G. et alii: *Dipinti su rame...* Op. cit., p. 28.

<sup>12</sup> GÉNÈREUX, A.: *Les huiles sur cuivre en nouvelle-france...*, Op. cit., p. 16.

<sup>13</sup> TARENZI, M. G. et alii: *Dipinti su rame...* Op. cit., p. 33.

<sup>14</sup> PACHECO, F.: *El arte de la pintura, su antigüedad y grandezas.* BASSEGODA I HUGAS, B. (Ed., introd. y notas). Madrid: Cátedra, 2001, p. 385.

<sup>15</sup> PALOMINO, A.: *El Museo Pictórico y Escala Óptica. El parnaso español pintoresco laureado.* Madrid: Aguilar S.A., 1998, pp. 49-50.

la mano (pulgares o palma), pegando y despegándola por toda la lámina hasta el igualado. Finalmente, se pasaba un pincel muy blando y suave o una pluma de cola de paloma para unificar. El uso del ajo como mordiente ya lo describía Cennini (finales del siglo XIV), que da su receta para hacer un jugo<sup>16</sup> y señalaba que no resiste la acción de la humedad y es apropiado para tablas y metales que vayan a ser protegidos con barniz líquido. Poleró y Toledo (1886) también indica el ajo frotado como imprimación para las láminas de cobre seguido de una ligerísima mano de color<sup>17</sup>.

Por otro lado, el francés Pernety (1757), en su *Dictionnaire portatif de peinture, sculpture et gravure*<sup>18</sup>, sugiere una imprimación de dos o tres capas de color al óleo. Cuando la última esté mordiente se golpea con la mano para conseguir un pequeño grano con el que mejorar el agarre de la capa pictórica. En el *L'art du Peintre, doreur, Vernisseur* (1773), del francés Watin<sup>19</sup>, se indica que el soporte debe recibir primero una o dos capas de blanco de plomo y aceite, además, recomienda aplicar los colores mencionados con un poco de esencia de trementina en las primeras capas de imprimación, para que penetre el aceite.

Finalmente, la preparación de albayalde hace posible la obtención de un soporte blanco que aísla completamente el estrato de color de la lámina de cobre, inhibiendo la corrosión<sup>20</sup>. En este sentido, destaca la ausencia del uso de la cola animal en la literatura específica, que consideramos debido a su higroscopicidad que podría desencadenar procesos de corrosión del metal y que de alguna manera los maestros antiguos ya tenían en consideración.

#### 2.4. La técnica pictórica

La pintura como estrato está compuesta por pigmentos que le confieren el color, aglutinados por una sustancia que mantiene unidos a los primeros. Los procedimientos pictóricos se clasifican generalmente en grasos o magros, dependiendo del aglutinante o diluyente empleado. Como no podía ser de otra manera, la pintura sobre cobre se trabaja mediante procedimientos grasos o al aceite, compatibles a su vez con la capa de preparación previa.

Las películas pictóricas aplicadas sobre cobre se caracterizan por ser muy finas con aspecto sedoso y delicado. La temática en este tipo de soportes metálicos suelen representar escenas, paisajes y retratos, tratados con detalles muy definidos y preciosistas, aprovechando la no absorbencia de la lámina y la extrema suavidad de su superficie. A menudo, las capas de pintura se trabajaban mediante capas transparentes o veladuras, obteniendo distintas tonalidades mediante la superposición de las mismas. Con frecuencia, las pinceladas con más cuerpo y textura se localizan en las zonas de sombras, especialmente cuando la preparación o imprimación previa es clara.

Por otro lado, no es raro encontrar huellas dactilares en la propia pintura. En particular, el alemán Rottenhammer utilizaba los dedos para trabajar suavemente la película de pintura y lograr la transparencia y ligereza de las nubes.

La función del barnizado final era meramente protectora, ya que la pintura era brillante por sí misma.

### 3. INDICADORES DE ALTERACIÓN DE LAS PINTURAS SOBRE COBRE

Las pinturas sobre cobre han manifestado una mayor resistencia a los factores de deterioro que otros soportes, una de las razones por la que muchos artistas se decidieron a pintar sobre este soporte. Así, las pinturas sobre tabla o sobre tela, debido a la naturaleza orgánica de las mismas, son muy sensibles a la humedad y a los ataques biológicos.

La preparación es un estrato fundamental, que por su escaso espesor, da una mayor estabilidad a la pintura. Los fallos en esta capa están relacionados con un exceso de aceite, la presencia de materiales incompatibles (cola animal) o espesores excesivos.

Generalmente, las pinturas sobre cobre se mantienen en un adecuado estado de conservación en un ambiente seco y no contaminado. Además, la delgadez de las capas hace que las posibles grietas no sean perceptibles a simple vista. En este sentido, parece que el coeficiente de dilatación del óleo es muy similar al del cobre<sup>21</sup>. La formación de microgrietas y craquelados están más vinculados a los fenómenos de secado y envejecimiento del aglutinante. De esta forma, se debe tener en cuenta el índice de absorción de cada pigmento con respecto al aglutinante, por ejemplo, los pigmentos tierra tienden a absorber más aceite que el blanco de plomo. Es muy común encontrar craquelados en áreas muy localizadas y en colores determinados y que, en última instancia, pueden acabar con la pérdida de la capa pictórica.

La mayor fragilidad de la pintura sobre cobre está en la interacción entre la lámina de metal y la capa pictórica. Los levantamientos y la pérdida de policromía están más vinculados a los fenómenos mecánicos que químicos. Así, los levantamientos en escamas de la película pictórica se presentan frágiles y quebradizos. Además, entre las oquedades de las escamas pueden acumularse suciedad o sustancias de intervenciones de restauración. Las escamas de bordes rizados son el caso extremo que conduce a la caída final de la pintura. También existen levantamientos en forma de burbujas, que aunque parezca una patología localizada, son síntomas de patologías más extensas.



2. A. J. SÁNCHEZ FERNÁNDEZ. ÓLEO SOBRE COBRE. DETALLE DE LAS DEFORMACIONES MECÁNICAS. IGLESIA DEL CARMEN (ANTEQUERA, MÁLAGA)

<sup>16</sup> CENNINO CENNINI: *El libro del arte*. Op. cit., pp. 190-191.

[...] coge unos ajos pelados, en una cantidad de una, dos o tres escudillas; májalos en un mortero; exprímelos en un paño de lino dos o tres veces.

<sup>17</sup> POLERÓ Y TOLEDO, V.: *Tratado de pintura en general*. Madrid: J. Giráldez, 1886, p. 86.

<sup>18</sup> PERNETY, A.-J.: *Dictionnaire portatif de peinture, sculpture et gravure*. Paris. Traité pratique, 1757.

<sup>19</sup> WATIN, J.-F.: *L'art du peintre, doreur, vernisseur: ouvrage utile aux artistes*. Paris, 1776, pp. 87-88.

<sup>20</sup> TEREZI, M. G. et alii: *Dipinti su rame... Op. cit.*, p. 35.

<sup>21</sup> *Ibidem*, p. 39.

### 3.1. Degradación debido a factores mecánicos

Comúnmente, los desprendimientos de la película pictórica están producidos por una dilatación térmica del soporte o una tensión mecánica directa. La dilatación térmica resultaría de una exposición directa a una fuente de calor, pues el metal es menos sensible a las variaciones medioambientales que los soportes de tela o tabla. Posiblemente, las grandes pérdidas de la policromía y las mayores deformaciones de las pinturas se deben a la tensión mecánica producida durante la manipulación y transporte inadecuado. Las esquinas y los bordes son las zonas especialmente más afectadas.

La lámina de cobre puede responder de varias maneras: para una tensión corta y débil responde de manera flexible; para un estrés de larga duración se comporta de forma plástica, es decir, una vez terminada la tensión, el soporte tiende a su forma original.

Por otra parte, con una tensión reiterada (como ocurre en el proceso de formación de la lámina por martilleo), se produce un endurecimiento de la lámina. Se reduce la flexibilidad y, por tanto, aumenta el riesgo de rotura<sup>22</sup>. La flexibilidad de la hoja aumenta directamente proporcional al tamaño. Por esta razón, los soportes usados son de pequeño tamaño.

### 3.2. Degradación debida a fenómenos químicos

La degradación a causa de fenómenos químicos se produce cuando el cobre entra en contacto con determinados agentes presentes en la atmósfera. En especial, la presencia de humedad u otros compuestos contaminantes.

La reacción de corrosión del cobre en contacto con el agua y el oxígeno es:  $2\text{Cu} + 1/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+ + 2\text{OH}^-$



3. B. PRADO-CAMPOS. DETALLE DE LA OXIDACIÓN DE LA LÁMINA DE COBRE CON FORMAS CIRCULARES PROVOCANDO LA PÉRDIDA DE LA CAPA PICTÓRICA. CONCRETAMENTE, CON LA LUZ ULTRAVIOLETA SE OBSERVAN LOS REPINTES QUE SE HAN PRACTICADO INTENTANDO DISIMULAR LA ALTERACIÓN. COLECCIÓN PARTICULAR

<sup>22</sup> *Ibidem*, p. 43.



4. B. PRADO-CAMPOS. DETALLE DEL REVERSO DE UNA LÁMINA DE COBRE. SE APPRECIAN DISTINTAS TONALIDADES EN LA SUPERFICIE. COLECCIÓN PARTICULAR

De esta manera, los cationes de cobre pueden ser atraídos por los aniones de azufre y/o carbonato que pudieran estar presentes en el agua, formando determinadas sales. Los carbonatos, insolubles en agua, cristalizan en superficie.

La presencia de sales higroscópicas (producto de las reacciones entre los óxidos y los gases ácidos presentes en la atmósfera) facilitan estos procesos de corrosión, ya que atrapan la humedad en superficie desencadenando nuevas reacciones electroquímicas.

En general, las zonas con mayor riesgo se identifican con las que no están protegidas con la película pictórica, como los bordes, el reverso, lagunas o abrasiones de la película de pintura. No obstante, algunos procesos se pueden activar desde el metal y dañarla.

Existen casos en los que la base de preparación es de yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), que al reaccionar con parte del cobre metálico formando sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ )<sup>23</sup>, afecta a la capa de yeso que pierde poder de adherencia<sup>24</sup>:



#### 3.2.1. El cobre y los ácidos grasos

En muchas obras se aprecia la presencia de una fina capa transparente de color verde formada debajo de la capa pictórica, en contacto directo con la lámina de cobre. La formación de esta capa se debe a la reacción entre el cobre y los ácidos grasos de los aceites que contiene la preparación y el estrato de color. Isabel Horovitz ha experimentado con muestras de placas cubiertas con los aceites secativos más comunes en las técnicas artísticas (linaza, amapola, nuez), formándose una capa de oleato de cobre como interacción con los ácidos linoleico y linolénico (insaturados) de los aceites<sup>25</sup>. Cuando la pintura se vuelve verdosa por todas partes, la enfermedad se conoce como «goteo verde»<sup>26</sup>.

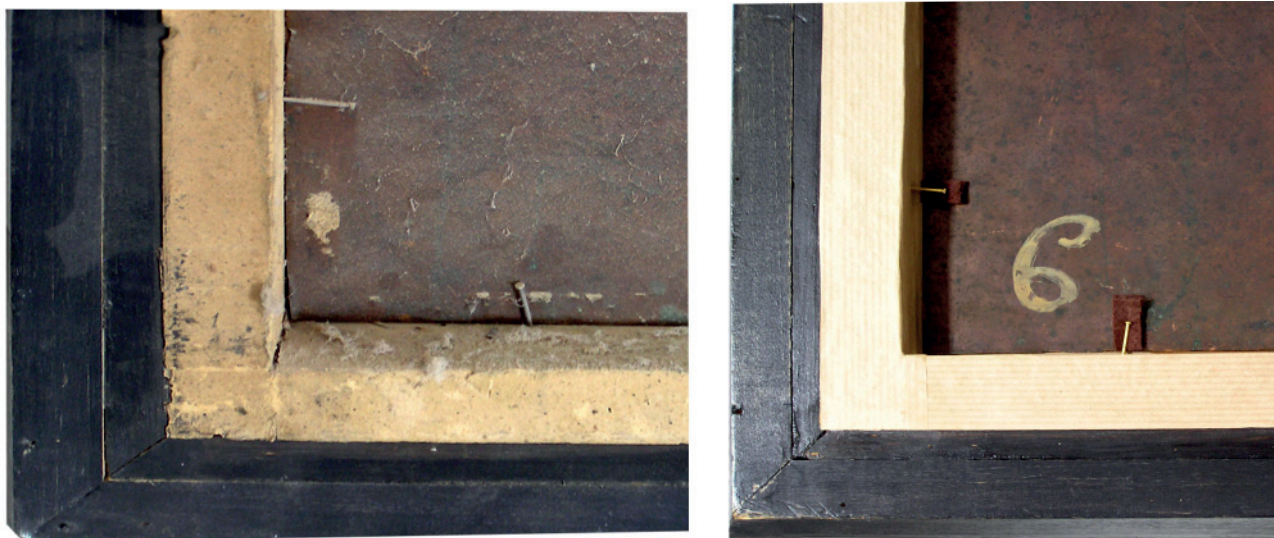
Otro efecto ya descrito en pintura de caballete es el virado de los verdes que pueden tornar a color marrón. Existen estudios que han demostrado la capacidad de los ácidos grasos y resinas de las capas de pintura (abiético y esteárico, oleico, linoleico, linolénico) para extraer cobre (II). Una vez liberado, los iones de cobre (II) podrían contribuir a procesos redox y dar lugar a la peroxidación de los ácidos carboxílicos

<sup>23</sup> El sulfato de cobre es de color blanco, sin embargo, al hidratarse forma sales de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), que son de color azul verdoso.

<sup>24</sup> ALVAREZ, M. C.: *La restauración: recuperación de una memoria pictórica en una nueva instancia*. Bogotá: Museo de Arte Religioso, 1990, p. 26.

<sup>25</sup> HOROVITZ, I.: «The Techniques, Deterioration and Conservation of Paintings on Copper Supports». *The Conservator*; n.º 10, Edinburgh: Institute of Conservation, 1986, pp. 46-47.

<sup>26</sup> HENDRY, P. y LUCAS, A. S.: «The Ground in Pictures». *Museum. Miscellaneous articles*, vol XXI, n.º 4, París: Unesco, 1968, p. 272.



5. B. PRADO-CAMPOS. DETALLE DE COLOCACIÓN DE CLAVOS PARA SUJETAR EL COBRE A UN MARCO (ANTES DE LA INTERVENCIÓN Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN). COLECCIÓN PARTICULAR

insaturados<sup>27</sup>. Así, el pardeamiento de las capas de pintura está estrechamente correlacionado con la relativa facilidad de la extracción de cobre. Asimismo, otras sustancias como ceras y proteínas podrían desencadenar los mismos procesos de extracción de cobre<sup>28</sup>, por lo que deben considerarse cuidadosamente a la hora de restaurar una obra.

De igual forma, la eliminación de estas capas marrones lleva consigo el riesgo de alterar el equilibrio alcanzado en la ecuación química. La aplicación de nuevas capas protectoras, que puedan formar compuestos con iones de cobre, podría volver a iniciar el proceso de extracción, y de ese modo, fomentar la degradación de la pintura.

### 3.2.2. Problemática de corrosión galvánica

Otro de los problemas a los que se enfrenta la pintura sobre cobre es la interacción entre distintos metales. La presencia de pigmentos metálicos distintos del cobre puede llegar a desencadenar procesos de corrosión. El contacto de dos metales con diferente potencial eléctrico y en presencia de humedad provoca un fenómeno de corrosión galvánica. En este sistema galvánico, el metal con el potencial eléctrico más bajo sufrirá la corrosión.

El blanco de plomo, como se ha visto, es de los pigmentos más usados. Se ha observado que permanece estable y no provoca episodios de corrosión galvánica con el cobre. Este hecho se fundamenta en la proximidad de los dos metales en la serie galvánica que determina el grado de inercia química. Otros pigmentos como el cinabrio (sulfuro de mercurio) podrían alterarse hacia tonos marrones por la formación de sulfuros de cobre<sup>29</sup>. De igual forma, existe una relación directa entre el resinato de cobre y la alteración de determinados pigmentos orgánicos (por ejemplo, la laca roja y el índigo)<sup>30</sup>, aunque sus efectos pueden quedar suavizados si están mezclados con blanco de plomo<sup>31</sup>.

Un inadecuado sistema de agarre de la lámina de cobre al marco puede originar fenómenos de corrosión galvánica. Es el caso de la sujeción por medio de clavos de hierro.

### 3.2.3. La corrosión uniforme

Cuando el metal entra en contacto con el medio ambiente se produce una oxidación homogénea por toda su superficie, de color rojizo (óxido de cobre, cuprita):



Esta capa es de mayor densidad y tiene funciones de protección ya que bloquea el proceso de corrosión. En este tipo de corrosión pasiva también encontramos los carbonatos y forman la pátina noble de los cobres, un valor a proteger. El ejemplo más común es la malaquita (carbonato básico de cobre, de color verde):



### 3.2.4. La corrosión localizada y corrosión activa

El principio de aireación diferencial dice que, si una parte de una pieza metálica se encuentra en contacto con una concentración mayor de oxígeno que otra de la misma pieza, la disolución del metal tiende a producirse en el área pobre de oxígeno<sup>32</sup>, como inclusiones o heterogeneidades, resquicios en las piezas, ranuras, grietas, etc. Estos procesos se ven favorecidos por la presencia de iones cloruros que en combinación con los cationes de cobre producen cloruro cuproso ( $\text{CuCl}$ ). Posteriormente, este compuesto en contacto con agua forma óxido de cobre ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ).



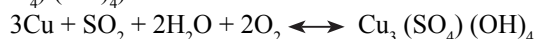
De igual forma, es posible la formación de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) que ataca nuevamente al soporte metálico.



En contacto con el oxígeno, el cloruro cuproso ( $\text{CuCl}$ ) se transforma de nuevo en cloruro cúprico ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ), de color verde y textura pulverulenta. Al tratarse de una reacción cíclica, podría finalizar con la mineralización total del metal.



Además del cloro, las atmósferas ricas en azufre también pueden conducir una corrosión cíclica con formación de sales de azufre: el dióxido de azufre  $\text{SO}_2$ , en presencia de agua y oxígeno, ataca al cobre formación sulfato de cobre ( $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$ )



<sup>32</sup> MORALES, M. (et al.): *Curso teórico y práctico de introducción a la corrosión metálica*. Servicio de Publicaciones. Univ. de La Laguna, 2001. p. 33.

<sup>27</sup> GUNN, M.; CHOTTARD, G.; RIVIÈRE, E.; GIRERD, J.-J. y CHOTARD, J.-C.: «Chemical Reactions between Copper Pigments and Oleoresinous Media», *Studies in Conservation*, vol. 47, n.º 1, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 2002, p. 12.

<sup>28</sup> *Ibidem*, p. 20.

<sup>29</sup> HOROVITZ, I.: «The Techniques, Deterioration and Conservation...», p. 47.

<sup>30</sup> ALAVAREZ, M. C.: *La restauración: recuperación de una memoria pictórica...*, *Op. cit.*, p. 26.

<sup>31</sup> *Ibidem*, p. 27.

En definitiva, entendemos que las medidas de conservación de las pinturas sobre cobre deben estar dirigidas hacia el control de las condiciones atmosféricas.<sup>33</sup>

#### 4. INDICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA PINTURA SOBRE COBRE

Para determinar cómo conservar cualquier objeto artístico, así como, las pinturas sobre cobre objeto de nuestro estudio, se hace absolutamente necesario definir algunos aspectos. El primero y fundamental, que ya ha sido parcialmente descrito en el capítulo anterior dedicado a las alteraciones, consiste en definir los factores contaminantes que producen y aceleran los procesos de deterioro en esta tipología de obras, y en segunda instancia, determinar las medidas de control que requiere cada objeto en cuestión. No cabe duda que la pertenencia o no una colección, la heterogeneidad de la misma, si está expuesta o almacenada, determinaran las medidas de prevención de forma más concreta.

Para determinar las condiciones expositivas e interpretar las condiciones ambientales que afectan a los cobres pintados, hay que tener en cuenta su favorable naturaleza, ya que al tratarse de un objeto metálico se ve beneficiado en su conservación, ya que está menos condicionado al deterioro biológico y climático con respecto a otros soportes pictóricos compuestos principalmente por celulosa (madera o lienzo). Su maleabilidad resulta idónea para facilitar la labor de los artistas, sin embargo, es la característica menos interesante para el aspecto conservativo, ya que es relativamente fácil deteriorar. Por otro lado, hay que tener en cuenta que la capa pictórica se verá afectada por los mismos contaminantes que otras pinturas de similares características pero adheridas a soportes de distinta naturaleza, a excepción de las modificaciones de los pigmentos por la corrosión galvánica.

##### 4.1 Factores contaminantes

Se entiende por factores contaminantes aquellos elementos que se encuentran en la naturaleza o ambiente que nos rodea, y que afectan a las obras de arte, acelerando el proceso de deterioro de las piezas. Los principales factores contaminantes son la iluminación, la temperatura, la humedad y la contaminación atmosférica, algunos de ellos son abordados en este apartado.

###### 4.1.1. Iluminación

La luz, por un lado indispensable para poder contemplar un objeto artístico, constituye a su vez uno de los tres factores contaminantes principales que afectan a la conservación de los bienes culturales. Como norma general, debe existir un equilibrio entre la visibilidad del objeto expuesto y los niveles de contaminación aceptables para el mismo.

Los soportes pictóricos de cobre, al ser de naturaleza inorgánica se ven menos afectados por los efectos de la iluminación que los soportes o materiales orgánicos. Sin embargo, la exposición lumínica afecta directamente tanto a los pigmentos, decolorándolos con el paso del tiempo, como a los aglutinantes o resinas que componen las capas pictóricas. Las pinturas al óleo, comunes en muchos cobres pintados, se secan por un proceso de oxidación y polimerización de la pintura en contacto con el oxígeno de la atmósfera, acelerando dicho proceso la luz y la temperatura.

Son planteados dos tipos de procesos nocivos provocados por la iluminación: por un lado, los efectos fotoquímicos (la irradiación, el tiempo de exposición, la distribución espectral de la fuente de luz y la naturaleza del objeto iluminado)<sup>34</sup>, efecto dañino acumulativo (Ley de reciprocidad), y por otro lado, el efecto térmico. La radiación más dañina es

<sup>33</sup> HENDRY, P. y LUCAS, A. S.: «The Ground in Pictures», art. cit., pp. 272-273.

<sup>34</sup> HERRAEZ, J.A.; RGUEZ, LORITE, M.: «La conservación preventiva de las obras de arte», *Arbor*: Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1999. Septiembre, n.º CLXIV, p. 152.

la ultravioleta, llegando a producir daños estructurales en materiales orgánicos, limitada a 75 µw/lúmen.

Las pautas generales de conservación determinan reducir los niveles de iluminación, los tiempos de exposición para contribuir a evitar el deterioro de las pinturas sobre cobre. Los niveles de tolerancia están estandarizados recomendando 50 lux para la pintura sobre cobre<sup>35</sup> y 150 lux para pintura al óleo<sup>36</sup>. Seleccionar una adecuada fuente de iluminación también es uno de los factores imprescindibles, controlando el índice de radiación ultravioleta (nuevas gamas fluorescentes: 49 µw/lúmen, incandescencia tradicional: 75 µw/lúmen, algunas halógenas sin protección: 100 µw/lúmen, fibra óptica: sin emisión)<sup>37</sup>.

###### 4.1.2. Humedad

La humedad relativa es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de saturación del vapor de agua a la misma temperatura. Puede ser expresada también como la relación entre la concentración de vapor de agua y la concentración de saturación de vapor de agua a la misma temperatura. Se expresa como un porcentaje<sup>38</sup>.

La humedad en contacto con el cobre puede provocar varios tipos de deterioro<sup>39</sup>:

–Moho: no afecta directamente a los materiales de naturaleza inorgánica como el cobre, pero sí proliferan en los casos en los que esté recubierta por una capa de polvo (capa de naturaleza orgánica) en condiciones de humedad relativa entre 75% y 100%, según expresa Michalski. En zonas urbanas, el polvo suele contener compuestos de azufre, y los cloruros absorbidos por el polvo aceleran el proceso de corrosión.

–Corrosión: en general los cobres *enchapados o bañados* presentan una baja sensibilidad al efecto de la HR, pudiendo subir rápidamente este índice si presenta alguna irregularidad. En este sentido, destaca el empleo de albayalde como capa de preparación de algunos cobres pintados, que lo aísla y evita su corrosión como ya venimos comentando en capítulos anteriores. Los cobres que no presentan ninguna capa de protección muestran muy alta sensibilidad al efecto de la humedad, y especialmente aquellos cobres que se encuentran contaminados por la presencia de sales, en donde la corrosión sería muy rápida y efectiva.

Los estándares<sup>40</sup> de humedad relativa adecuados a la pintura sobre cobre se clasifican dependiendo de la presencia o ausencia de corrosión activa en el soporte, para los que no presentan señales de corrosión activa, oscila entre 35%-55%; para los que sí presentan corrosión activa debe ser inferior a 35%. En ambientes secos se reducen las tasas de corrosión. En general, las zonas de depósito o exposición de cobres deben estar ventiladas, facilitando la circulación del aire y evitando la acumulación de gases corrosivos, como vapores volátiles ácidos o alcalinos.

###### 4.1.3. Contaminación

La contaminación que se halla en el ambiente se denomina contaminación ambiental: la exterior es producida por los óxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), óxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y los

<sup>35</sup> Notas del ICC 10/14. Canadian Heritage, p. 3.

<sup>36</sup> GARCÍA FERNÁNDEZ, I. M.: *La conservación preventiva y la exposición de objetos y obras de arte*. Murcia: KR editorial, 1999, p. 146.

<sup>37</sup> HERRAEZ, J.A.; RGUEZ, LORITE, M.: «La conservación preventiva...», art. cit., p. 154.

<sup>38</sup> MICHALSKI, S.: *Humedad relativa incorrecta*. Canadá: © Canadian Conservation Institute – © ICCROM, 2009, p. 24.

<sup>39</sup> Ver tabla de Tabla 1. Resumen de todas las formas de deterioro debido a una HR incorrecta, y la sensibilidad de las colecciones a cada una de estas formas. En: MICHALSKI, S. *Humedad relativa incorrecta*. Canadá: © Canadian Conservation Institute - © ICCROM, 2009, p. 4.

<sup>40</sup> Notas del ICC 10/14. Canadian Heritage, p. 3.

cloruros (Cl-), descrita en el capítulo de alteraciones, y la interior es provocada por óxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de Oxígeno (NO), ozono (O<sub>3</sub>) y compuestos de azufre reducido (SH y COS). Los ácidos orgánicos causan corrosión en concentraciones bajas como las del SO<sub>2</sub>. Los ácidos orgánicos se caracterizan por su acidez, destacando los ácidos acéticos (producido por la hidrólisis de la hemicelulosa) y fórmicos, actualmente se desconocen en profundidad los mecanismos de corrosión que desencadenan<sup>41</sup>.

#### 4.2. Almacenamiento

A la hora de almacenar este tipo de obras es importante no apilar unos cobres sobre otros, ya que el contacto con superficies con corrosión puede favorecer su propagación, además de provocar daños mecánicos tanto en el soporte como en la pintura. Se debe evitar la acumulación de polvo, ya que retiene la humedad y provoca la proliferación de moho, como ya se ha mencionado.

Se deben envolver en materiales químicamente estables, como cajas de polietileno o poliestireno transparente y papeles neutros libres de ácido. No son adecuados los compuestos de madera y pasta de madera, ya que liberan compuestos de azufre y vapores orgánicos (ácido acético y ácido fórmico). Las pinturas a base de óleo y alquídicas también liberan materiales volátiles prolongados como concentraciones de formaldehídos, y es por ello que deben ser ventiladas con frecuencia.

En general, unas condiciones ambientales controladas y constantes, así como una manipulación cuidadosa e infrecuente, es fundamental para la buena conservación de las pinturas sobre cobre.

#### CONCLUSIONES

A lo largo de toda la exposición y valoración que se ha realizado de la pintura sobre cobre, se ha podido comprobar como esta tipología de obras requieren un estudio específico para conocer la dimensión técnico-material que las constituyen, y poder determinar y comprender mejor los indicadores de alteración que las afectan, estableciendo así los parámetros conservativos más adecuados, sentando las bases para en un futuro, plantear en otra publicación acerca de los materiales y procesos de intervención restauradora de estas.

Como mera aproximación, podemos concluir comprobando la particularidad de estas pinturas, ya predeterminada por la naturaleza del soporte que la sustenta, las láminas de cobre. Ello estipulará inevitablemente, los procesos pictóricos, en donde la singularidad de los componentes de la capa de preparación es muy distinta a los planteamientos de la pintura de caballete en soporte tela o tabla, así como en la propia capa de pintura, que no permite los procedimientos magros por incompatibilidad con el material de soporte, metal. Todos estos aspectos técnicos, a menudo, son desconocidos, tanto por artistas como por conservadores-restauradores.

En este mismo sentido, cabe destacar una vez más, la influencia del soporte de cobre sobre los procesos de alteración que imprime tanto a la capa pictórica como a sí mismo. Amen de la favorable conservación que suelen caracterizarlos debido a su propia naturaleza y que hemos referido a lo largo de todo el artículo.



<sup>41</sup> LAFUENTE, D.: «Conservación preventiva del patrimonio cultural metálico en museos. Estudio de la presencia de ácidos orgánicos mediante captadores pasivos: la aplicación de técnicas de análisis», *Estrat Critic 5*, vol. 3, 2011. pp. 69-81.



## LA COLEGIATA DE OSUNA EN CONTINUO PROCESO DE MEJORA. REAPERTURA DE LA CRIPTA FUNERARIA DE LOS AYALA Y UBICACIÓN DEL SAN JERÓNIMO PENITENTE EN SU HORNACINA ORIGINAL DEL SEPULCRO DUCAL

Por

MIGUEL RANGEL PINEDA

Arquitecto

Desde que se crea el Patronato de Arte de Osuna, el 2 de abril de 1964, D. Manuel Rodríguez-Buzón Calle, primer director conservador del Patronato, se enfrenta al colosal reto de salvar la Colegiata del derrumbe que la amenazaba por el lamentable estado en el que se encontraba el templo. Tuvo D. Manuel Rodríguez-Buzón el acierto de contar con los servicios profesionales de D. Rafael Manzano Martos, eminencia en el comportamiento de este tipo de edificios que sólo se comportan bien en la transmisión hasta la cimentación de cargas verticales o gravitatorias, presentando enormes dificultades a la hora de contrarrestar los esfuerzos horizontales que transmiten las bóvedas y arcos. Descartando problemas de cimentación, Manzano se limitó a plantear un sistema de atado horizontal, al nivel de la coronación de los muros, que fue capaz de absorber esos esfuerzos horizontales y transmitirlos verticalmente a los muros y las pilastras del templo. Pero además, tuvo la capacidad de reequilibrar las cargas, metiéndole peso a las pilastras centrales del templo, que se encontraban muy desplomadas hacia afuera, con lo que consiguió corregir lo suficiente el desplome que presentaban. Una obra conceptualmente impecable y tremendamente bien ejecutada que nunca deja de sorprenderme cada vez que tengo la fortuna de poder visitar las cubiertas de la Colegiata.

En 1984, tras el fallecimiento de D. Manuel Rodríguez-Buzón, su hermano D. Patricio Rodríguez-Buzón se convierte en el segundo director conservador del Patronato de Arte de Osuna. D. Patricio Rodríguez-Buzón hereda un templo estructuralmente consolidado, pero ha tenido que hacer frente al no menos colosal reto de poner el contenido de la Colegiata a la altura de su continente. Un trabajo continuado, laborioso y meticuloso en la gestión de los recursos económicos, que él ha realizado con muchísimo tesón y evidente acierto, gracias al que hoy nos encontramos al conjunto de la Colegiata y el museo de Arte Sacro en el momento de mayor esplendor que nadie lo haya conocido en muchísimas generaciones.

En la última década hemos podido asistir a la recuperación de una buena parte de este inmueble, así como de sus bienes muebles. Por ejemplo, en 2004 se recuperó y reabrió al público, tras 19 años cerrado, el patio del Sepulcro y desde entonces se han realizado importantísimas actuaciones tales como: restauración de las tres portadas del templo; recuperación del Archivo Histórico (habilitándose un espacio para su estudio e investigación); pavimentación del entorno de la Colegiata, que estaba terrizo, colocándose una reja que cierra el conjunto; renovación de la iluminación, tanto en el interior como en el exterior del templo; recuperación de la capilla de la Virgen de la Granada, incluyendo yeserías, artesonado, retablo e imagen titular; restauración del retablo de la Virgen de la Victoria en la capilla del Sagrario, incluyendo las tablas