

## Pintura //

### La poli(2-etil-2-oxazolona) y sus usos en conservación-restauración de pintura.

El polímero poli(2-etil-2-oxazolona), comercializado con el nombre de Aquazol<sup>®</sup>, fue introducido en las prácticas de conservación-restauración durante los años 90 del siglo XX. A pesar de ser una resina joven, aún por asegurar a ciencia cierta sus límites, sus propiedades inusuales y el hecho de que sea un material respetuoso con el medio ambiente y con la salud del conservador-restaurador, ha propiciado que se haya utilizado cada vez más en procesos muy diversos. Este artículo es una síntesis de la investigación realizada sobre este polímero a raíz de un caso práctico llevado a cabo en el *Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya* (CRBMC) y que formó parte del Trabajo Final de los estudios de conservación-restauración de la ESCRBC.

<sup>1</sup> Este artículo ha sido traducido del original en catalán al castellano por Elena Torrents Mayà, alumna de tercer curso de la especialidad de Conservación y Restauración de Pintura de la ESCRBC.

<sup>2</sup> DUERBECK, D.; MCGINN, M.; WOLBERS, R. "Poly (2-Ethyl-2-Oxazoline): A New Conservation Consolidant". En: *Wood Painted: History and Conservation*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 1994, p. 514-527.

<sup>3</sup> La oxazolona es un compuesto químico heterocíclico de cinco miembros que contiene un átomo de oxígeno y uno de nitrógeno. La 2-etil-2-oxazolona (EtOx) es una oxazolona que se utiliza particularmente como monómero para la polimerización de apertura catiónica de la poli 2-alkyloxazolona. Este tipo de polímeros se están investigando como materiales fácilmente solubles en agua y biocompatibles para aplicaciones biomédicas.

<sup>4</sup> Las diferencias de peso molecular de los diferentes Aquazol<sup>®</sup> vienen determinadas por la longitud de las cadenas del homopolímero. Así pues, al Aquazol<sup>®</sup> 5 le corresponde un peso molecular de 5.000 g/mol y al Aquazol<sup>®</sup> 500, que es el de mayor peso molecular, 500.000 g/mol. Este parámetro afecta básicamente a la viscosidad del producto.

<sup>5</sup> DUERBECK, D. "Poly (2-Ethyl-2-Oxazoline)...", p. 514.

<sup>6</sup> CHIU, T. T.; THILL, B. P.; FAIRCHOCK, W. J. "Poly(2-ethyl-2-oxazoline): A New Water and Organic Soluble Adhesive". *Advance in Chemistry*. Vol. 213 (1986), nº 23, p. 425-433.

**Glòria Palomares Larreula.** Titulada Superior en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la especialidad de Pintura por la ESCRBC. Graduada en Modelismo y Maquetismo por la Escuela de Arte y Superior de Diseño Llotja. Profesional independiente. gloriapalomares.restaura@gmail.com

**Palabras Clave:** Aquazol<sup>®</sup>, poli(2-etil-2-oxazolona), consolidación, fijación, capa de protección temporal, aglutinante para estuco, aglutinante para pigmentos.

**Fecha de recepción:** 1-XII-2020 > **Fecha de aceptación:** 9-XII-2020

#### INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

En 1994 el *Getty Conservation Institute* publicaba un estudio<sup>2</sup> en el que se exponía el trabajo realizado con un material que hasta entonces se había usado como adhesivo termoplástico y que se había presentado, en 1977, como una nueva patente de la Dow Chemical Company. En un primer momento, este material basado en el monómero 2-etil-2-oxazolona<sup>3</sup> y que formaba una resina sintética de amida terciaria alifática (PEOX), había sido diseñado como un producto para consolidaciones de vidrio, dado que tenía un índice de refracción muy similar (Aquazol<sup>®</sup> = 1,520 ffl 0,001; vidrio = 1,529). También se ofrecía como una alternativa a los adhesivos tradicionales para *packaging* y adhesión de cartones, comercializándose bajo el nombre de Aquazol<sup>®</sup> a partir de 1986 por la empresa Polymer Chemistry Innovations. Su presentación es en forma sólida amorfa y con varias versiones, dependiendo de su peso molecular, que oscila entre 5.000 y 500.000 g/mol, en Aquazol<sup>®</sup> 5, 50, 200 y 500.<sup>4</sup>

La poli(2-etil-2-oxazolona) se obtiene mediante la polimerización con la apertura catiónica del anillo del monómero. [pág.57] Tiene una estructura similar a una proteína con una función amida polar (-N- (C = O)-) que le permite interactuar con materiales polares. También tiene grupos alifáticos, tipo etilo, en las cadenas laterales que le dan una polaridad mixta y que le capacitan para interactuar con moléculas no polares. Además, las amidas terciarias se encuentran entre las estructuras de nitrógeno más estables.<sup>5</sup>

#### LOS PRIMEROS ESTUDIOS

El primer estudio exhaustivo sobre este material lo realizaron en 1986 Thomas T. Chiu, Bruce P. Thill y William J. Fairchock,<sup>6</sup> donde se definían sus características y propiedades físicas y químicas. Pero en 1994, el *Getty Conservation Institute* dio un paso adelante analizando sus potencialidades. Su propósito era definir las prestaciones que podía dar al servicio de la conservación y restauración, más allá de su uso como adhesivo. En el estudio realizado en 1994 se comprobaron, en



primer lugar, las propiedades físicas y químicas, definidas anteriormente por Thomas Chiu, y se constató rápidamente que este material tenía unas propiedades inusuales de solubilidad, así como de estabilidad térmica y mecánica.

La amplia solubilidad [pág.58] de este polímero era la primera ventaja susceptible de convertir esta resina sintética en un buen material consolidante para la conservación y

restauración, ya que se verificó que era soluble en un amplio rango de solventes como la acetona, el etanol, el isopropanol y el agua, entre los más habituales. También se comprobó que era miscible con una gran cantidad de materiales poliméricos, aumentando su capacidad adhesiva sobre múltiples sustratos. Sus características, a la vez, lo hacían atractivo para ser usado como alternativa a otros adhesivos vinílicos y acrílicos.

Pero antes de confirmar sus posibilidades había que responder a algunas cuestiones para determinar su buen uso: ¿Cuál es su envejecimiento? ¿Se mantiene estable a la luz o se altera y amarillea? ¿Con el paso del tiempo se reticula y/o se despolimeriza? ¿Mantiene su solubilidad y reversibilidad? ¿Es de fácil aplicación? ¿Con el envejecimiento aparecen variaciones en su peso molecular? ¿Hay diferencias de comportamiento según su peso molecular? A través de diferentes análisis y ensayos realizados con muestras de Aquazol® 50 y 500, todas estas dudas se aclararon en gran medida.

Para concluir el estudio se pusieron en práctica los resultados probando el material como consolidante en tres obras diferentes. A través de estas actuaciones se hicieron tangibles las conclusiones y se comprobó su veracidad. Después de los tratamientos experimentales, así como con los datos obtenidos con el estudio previo, se confirmó la estabilidad térmica del polímero y se observó que podía tender más bien a la despolimerización<sup>7</sup> que a la reticulación después del envejecimiento. A la vez, se determinó que esta resina sintética conservaba unas mejores condiciones para la reversibilidad que otros materiales análogos.

En cuanto a su uso como adhesivo, aunque aparentemente parecía débil, mantenía mucho mejor su plasticidad en HR bajas, comparado con otros adhesivos tradicionales que se vuelven frágiles y quebradizos. En último término, también destacaron otras características que lo hacían óptimo para su uso, como son la no toxicidad, así como también el hecho de que es incoloro, inodoro y biodegradable.

A partir de estos primeros estudios, podemos encontrar en la bibliografía especializada el uso del Aquazol® no solo como consolidante, sino formando parte de otros procesos de conservación y restauración. En este campo hay que remarcar la tesis de M. Teresa Pastor Valls<sup>8</sup> que, en 2013, hacía un estudio comparativo de diferentes polímeros empleados en las intervenciones de adhesión y fijación de la capa pictórica en pintura contemporánea, entre los que encontramos el Aquazol® 50, 200 y 500. Asimismo, destaca su uso en el Departamento de Conservación de Arte Contemporáneo del *Institut Valencià de Conservació i Restauració (IVC+R)* para el tratamiento de superficies pictóricas complejas, gracias a que tiene la posibilidad de solubilizarse en un rango muy amplio de solventes, así como la idoneidad de su uso como aglutinante para estucos y reintegraciones.

Cuando describe sus propiedades, M. Teresa Pastor Valls apunta a que se trata de un adhesivo débil, pero, aun así, resulta mejor que el Klucel® G, y que la fuerza adhesiva disminuye con un peso molecular inferior.

Entre las desventajas del producto, destaca su higroscopicidad, que puede afectar a su estabilidad en ambientes no controlados, sobre todo con una humedad superior al 85%. Sin embargo, tal y como se expone, hasta llegar a estas condiciones este material es mucho más estable que otros, los cuales se ven mucho más afectados con las oscilaciones de T y HR, como el JunFunori, la gelatina tipo B<sup>9</sup> o la cola de esturión.

Otros autores, como Julie Arslanoglu,<sup>10</sup> han investigado

también sobre este producto. En 2004 publicaba la *WAAC Newsletter*<sup>11</sup> un artículo donde recogía las opiniones de varios conservadores<sup>12</sup> respecto al Aquazol® y sus usos en la conservación y restauración de bienes culturales. La evaluación del material se clasificaba en función del uso del que se hacía, ya que un material, como por ejemplo un adhesivo, se puede aplicar de diversas maneras y para diferentes procesos de conservación y restauración, si se tiene en cuenta que sus propiedades pueden ser explotadas en función de las necesidades de la pieza y del uso que se quiera hacer.

No es lo mismo hablar de un adhesivo como consolidante que como fijativo o como aglutinante, ya que, aunque se trate de un mismo material, cada término será el adecuado en cada una de las diferentes intervenciones que se pueden realizar. Hay que diferenciar, cuando se habla de intervenciones del soporte, de estratos pictóricos o de superficie. Si se habla de intervenciones del soporte se definirá el adhesivo como un material consolidante; en cambio, si se quieren explicar las actuaciones sobre estratos pictóricos, se hablará de fijación de la policromía. Aunque en algunos de los estudios consultados definen el Aquazol® como material consolidante indistintamente de sus aplicaciones, en este artículo se ha querido hacer esta distinción.

A partir del artículo de Julie Arslanoglu, seguidamente se analiza el Aquazol® y sus características en función del uso que se le quiera dar.

## EL AQUAZOL® COMO CONSOLIDANTE

Si entendemos como adhesión la unión de dos partes rotas de un objeto, consideraremos, por lo tanto, que los fragmentos son mayores que las escamas que pueden aparecer en la superficie pictórica, así como la pulverulencia y otros defectos típicos de estos estratos. Por lo tanto, la característica principal que priorizaremos en el uso del Aquazol® como consolidante será su fuerza y resistencia en los enlaces moleculares, dejando en segundo plano las características de penetración, humectación o la contracción del material.

En este sentido, los restauradores consultados en el estudio mencionado anteriormente<sup>13</sup> optaban mayormente por el Aquazol® 500 debido a su mayor fuerza adhesiva, su viscosidad y la capacidad de llenar vacíos sin demasiada contracción. También describen como una buena práctica habitual la

<sup>7</sup> Según se describe en el artículo: COLOMBO, A. [et al.] "Highly Transparent Poly(2-ethyl-2-oxazoline)-TiO<sub>2</sub> Nanocomposite Coatings for the Conservation of Matte Painted Artworks". *RSC Advanced. Royal Society of Chemistry*. Vol. 00 (2003), nº 1-3, p. 8, el hecho de que la PEOX tienda a despolimerizarse y no a reticularse favorece que se mantenga soluble y reversible, aunque el producto envejezca, ya que la reticulación es un proceso que causa la disminución de la solubilidad y provoca cambios en las propiedades térmicas de los materiales; en cambio, la despolimerización produce cambios en las propiedades estructurales y ópticas de los materiales, pero conservando la solubilidad inicial.

<sup>8</sup> PASTOR VALLS, M.T. *Estudio de sistemas y tratamientos de estabilización de capas pictóricas no protegidas en pintura contemporánea. Criterios y metodología de actuación*. València: Universitat Politècnica de València, 2014.

<sup>9</sup> La gelatina tipo B es una cola de origen animal formada por un polímero proteico albuminoide. Se obtiene industrialmente por hidrólisis del colágeno de pieles de animales. Se puede encontrar bajo otros nombres como: Gelatina, Gelfoam o Puragel.

<sup>10</sup> Julie Arslanoglu es investigadora del Departamento de Investigación Científica del *Metropolitan Museum of Art* (The Met) desde 2006. Obtuvo una licenciatura en Química en la Universidad de Michigan antes de completar sus estudios de posgrado en Química Orgánica en la Universidad Estatal de Pensilvania, Departamento de Química.

<sup>11</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used in conservation practice". *WAAC Newsletter*. Vol. 26 (2004), nº 1, p. 10-15.

<sup>12</sup> Los conservadores-restauradores consultados fueron: Charlotte Ameringer (pintura: SFMFA, San Francisco), Jim Bernstein (pintura: privado, San Francisco), Susanne Friend (pintura/objetos: ConservArt, Los Angeles), Amanda Hunter-Johnson (documento gráfico: *Conservation Center for Art and Historic Artifacts*, Philadelphia), Daria Keenhan (documento gráfico: privado, New York), Mark Lewis (pintura: *St. Louis Museum of Art*, St. Louis), Odile Madden (objetos: privado, Los Angeles), Catherine Magee (objetos: *National Museum of American History*, Washington DC), Alexis Miller (pintura: *Balboa Art Conservation Center*, San Diego), Linda Nievenhousen (objetos: Give-me-a-break Conservation Studio, *NYU Conservation Center*, New York), Rob Proctor (pintura: privado, Houston), Alina Remba (pintura: privado, SFMOMA, San Francisco), Chris Shelton (mueble: Chris Mussey and Associates, Boston), Chris Stavroudis (pintura: privado, Los Angeles), Christine Thomson (mueble: Chris Mussey and Associates, Boston), Donna Williams (objetos: Williams Conservation, Los Angeles), Richard Wolbers (pintura: *Wintherthur Museum / University of Delaware*) y Anita Zabala (pintura: privado, Los Angeles).

<sup>13</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used ...", p. 10-15.

aplicación del Aquazol® 200 para asegurar una buena penetración en los estratos o zonas a adherir y, posteriormente, aplicar una solución de Aquazol® 500 para asegurar la adhesión.

En las comparativas del uso del Aquazol® en relación con otros adhesivos, se hacía referencia a que este polímero se había utilizado, también, en adhesiones de materiales muy diversos. Se ponía como ejemplo el marfil, material muy sensible a la humedad, y se destacaba que el Aquazol® era el material que aportaba menos grosor a las uniones de las zonas adheridas. También explicaban la posibilidad de interponer una capa protectora en los fragmentos de marfil antes de aplicar la solución de Aquazol® para aislarlas de la higroscopicidad del adhesivo.

También se probó exitosamente la adhesión con Aquazol® en un busto de resina de poliéster, con mejores resultados que otros adhesivos como el PVA, la metilcelulosa o el Klucel®. Asimismo, en fragmentos de dorados al agua, la fórmula de Aquazol® 50 diluido en acetona resultó muy positiva.

En el mismo artículo, sin embargo, la autora profundiza más exhaustivamente en el uso del Aquazol® como adhesivo sobre materiales muy diversos, como por ejemplo en lacados, superficies arquitectónicas sucias, muebles con incrustaciones de diversos materiales, etc.

En otros estudios, como los realizados por Vanessa Muros,<sup>14</sup> se estudian las propiedades del Aquazol® como consolidante en materiales arqueológicos y su preocupación se centra, como en la mayoría de los casos, en su reactividad en HR altas. La autora, teniendo en cuenta los estudios realizados por Thomas Chiu, el *Getty Conservation Institute* y Arslanoglu, determina que el uso de este material no es oportuno en zonas arqueológicas con condiciones variables y no controladas, ya que se debe tener en cuenta que a más de 85% de HR el material gelifica y, por tanto, no soportaría el peso de las piezas a unir, poniendo en peligro la estabilidad de la pieza o monumento.

#### EL AQUAZOL® COMO FIJADOR DE ESTRATOS PICTÓRICOS

En el artículo publicado por Julie Arslanoglu<sup>15</sup> se indicaba que las características primordiales a tener en cuenta cuando se usaba el Aquazol® como fijativo eran su poder penetrante, seguido de la fuerza de su adhesión y, posteriormente, su apariencia superficial (saturación y brillo), sin olvidar su reversibilidad. Por tanto, el grosor de la pintura o la naturaleza del material constitutivo a menudo dicta la fuerza necesaria y, en consecuencia, el peso molecular requerido.

El Aquazol® 200 generalmente se seleccionaba porque se creía que el peso molecular medio tendría una suficiente penetración y fuerza de unión. En cambio, el Aquazol® 50 se consideraba que formaba un enlace demasiado débil para tener éxito como fijativo, mientras que el Aquazol® 500 mostraba dificultad para penetrar por las grietas o craquelados. Aun así, muchos restauradores afirmaban que a menudo usaban Aquazol® 50 como sustituto de la cola de esturión, ya que evitaban los efectos de la contracción de la cola orgánica obteniendo el mismo resultado. Otros utilizaban una disolución de Aquazol® 500 cuando lo que hacía falta era fijar pintura con grosores considerables, debido a que necesitaban precisamente más fuerza adhesiva para mantener la cohesión de los estratos; el método que seguían era realizar múltiples aplicaciones de la solución diluida para obtener una buena penetración y fuerza adhesiva.

A la hora de escoger el disolvente, la elección dependía de la sensibilidad de la superficie. Aunque las proporciones recomendadas oscilan entre el 5 y el 10% de peso/volumen, los restauradores a menudo usaban concentraciones de hasta el 20%. Los disolventes más usados eran el agua, el etanol y el isopropanol. Los disolventes orgánicos proporcionaban menos tensión superficial, mojaban mejor y permitían una buena penetración. En los alcoholes se observaba una rápida evaporación que provocaba una cierta plastificación en la superficie.

En superficies de pintura al óleo era más efectiva la solución de Aquazol® con alcohol que con agua, debido, seguramente, a la tensión superficial de los materiales. También recomendaban añadir una pequeña cantidad de alcohol a la solución acuosa para mejorar su penetración. Algunos restauradores aconsejaban la aplicación de una solución de agua y alcohol (1:1) sobre la superficie a fijar, dejando que se secase un poco antes de la aplicación de una solución de Aquazol®, con el fin de reducir la tensión superficial de la zona y facilitar la penetración del adhesivo.

En algunas ocasiones describían la utilización de soluciones de Aquazol® 50 en alcohol para fijar superficies pulverulentas o con escamas y evitar cambios en la apariencia superficial del estrato. Para otros procesos, como la fijación de grietas en pintura de *gouache*, describían el uso de mezclas de Aquazol® en disolventes, como por ejemplo la mezcla de Aquazol® 200 y 500 (1:1) disuelto al 10-20% en agua y etanol (1:1).

Otros restauradores expusieron el uso de disolventes a base de hidrocarburos, como el ShellSol® 135 o naftaleno, para retrasar el secado del adhesivo y poder trabajar más cómodamente a la hora de fijar los fragmentos.

En cuanto a los métodos de aplicación, también hacían una descripción variada: se podía aplicar con nebulizador ultrasónico en soluciones muy diluidas, pero también empleaban el material con pincel o jeringa sobre una mesa de succión para facilitar la penetración y, al mismo tiempo, favorecer la corrección de las deformaciones de la tela del soporte.

En superficies muy delicadas y pulverulentas especificaban la opción de usar una pistola de aspersión con Aquazol® 500 al 1,5% en agua, con adición de una pequeña cantidad de etanol. Este método lo utilizaron para fijar la pintura mural de una casa histórica donde las condiciones ambientales no estaban controladas. La operación la repitieron hasta obtener una buena cohesión, aplicando también calor con una espátula sobre la superficie.<sup>16</sup> Al cabo de un año vieron que la fijación se mantenía estable y sin degradaciones.

En relación con su eliminación, los conservadores indicaban como un punto fuerte el hecho de que el Aquazol® sea soluble en un disolvente y reversible con otro. La mayoría, sin embargo, lo retiraban con el mismo con lo que habían disuelto, o con mezclas de alcoholes o de alcohol y agua. Algunos conservadores apuntaban que aparecían aureolas si se retiraba con acetona. La mayoría de restauradores opinaban que se retiraba más fácilmente que el Beva® 371<sup>17</sup> pero que el proceso podía ser más lento.

Otro factor que destacaba la autora en este artículo es la retractabilidad del Aquazol®, en el caso de que su uso haya sido insatisfactorio, ya que no impide el uso de otro material, y hacía alusión a que en el pasado solo los adhesivos a base de proteínas eran los que tenían esta propiedad.

<sup>14</sup> MURROS, V. "Investigation into the Use of Aquazol as an Adhesive on Archaeological Sites". *WAAC Newsletter*. Vol. 34 (2012), nº 1, p. 9-11.

<sup>15</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used...", p. 10.

<sup>16</sup> El Aquazol® es un adhesivo termoplástico y termoestable. Se puede remover con calor incluso después de que se haya secado completamente.

<sup>17</sup> El Beva® 371 es un adhesivo muy difícil de retirar, ya que es necesaria la aplicación de disolventes durante bastante tiempo, y es más tóxico.

En cambio, como contrapartida, los restauradores decían que los materiales tradicionales como la cola de esturión, la gelatina, la metilcelulosa, etc., eran materiales conocidos, siendo previsible su respuesta a lo largo del tiempo, a diferencia del Aquazol® y otros materiales sintéticos. Aún así, convenían que el uso del Aquazol® en pintura acrílica era óptimo por la similitud química de sus componentes.

Como fijativo, uno de los factores más preocupantes era la sensibilidad en presencia de alta HR. Sin embargo, Arslanoglu, en un estudio de 2003,<sup>18</sup> exponía las pruebas realizadas con este material (con sus diferentes pesos moleculares) aplicado en varias concentraciones con diversos disolventes, y sometía las probetas a diferentes HR para observar su comportamiento. También aplicaba soluciones de Aquazol® sobre capas pictóricas y determinaba su reacción ante HR elevadas. En las conclusiones, coincidiendo con el *Getty Conservation Institute*, expone que hay evidencias de que la presencia de iones metálicos en los pigmentos que conforman la pintura reduce la respuesta del material a las altas HR, ya que se crean puentes dentro y entre las cadenas poliméricas, formando grandes redes complejas. Esta interacción de los materiales es, por lo tanto, una ventaja a tener en cuenta en su uso, dado que lo hacen más resistente a pesar de someterse a humedades elevadas.

Asimismo, se comprobó que la presencia de un porcentaje de alcohol en la solución disminuía la higroscopicidad de la resina. Los resultados mostraron que el Aquazol®, comparado con otros adhesivos, no sufría contracción y se mantenía flexible y elástico, aunque la cola de esturión obtuvo los mejores resultados de adherencia.

En relación con la fijación de superficies pictóricas con degradaciones, como son las escamas y las ampollas, y enmarcado dentro del *ICOM-CC Triennial Conference* en Lisboa, hay una publicación de 2011<sup>19</sup> en que se expone la problemática para fijar dos pinturas vietnamitas mates que habían sufrido fuertemente la contaminación, las altas temperaturas y las humedades de una ciudad como Hanói, ya que habían sido almacenadas en nefastas condiciones (para ser protegidas de los bombardeos ocurridos durante la guerra de Vietnam). Estas pinturas, que forman parte de la *Witness Collection of Vietnamese Modern and Contemporary Arte* de Kuala Lumpur, presentaban un grave estado de degradación en forma de superficie llena de ampollas y escamas, así como suciedad acumulada y deformaciones de los soportes. En el artículo se describe cómo, después de realizar varias pruebas con fijativos acuosos como el JunFunori, el Jade403N y otros adhesivos a base de solventes como el Klucel® G, Mowilith® 30, EVA, Plexisol®, Paraloid® B-44 y B-72, se determinó que el único fijativo adecuado era el Aquazol® 200 disuelto en 2-propanol, ya que fijó de forma segura la pintura sin ningún efecto no deseado. Como resultado, se aplicó una solución de 2,5% en relación peso por volumen (p/v) de Aquazol® 200 en 2-propanol con una paletina sobre áreas localizadas de pintura con escamas. **3** y **4** [pág.61]

### EL AQUAZOL® COMO FIJATIVO PARA DORADOS

Si nos detenemos en el uso de la poli(2-etil-2-oxazolona) en dorados al agua, los restauradores consultados en el estudio de Arslanoglu elogiaban la posibilidad de diluirlo con agua y etanol de forma que, posteriormente, se podía retirar el exceso de producto con etanol sin afectar a la capa de dorado.

Describían como método rutinario la mezcla de dos pesos moleculares diferentes diluidos en agua y etanol (1:1) para garantizar y asegurar una buena adhesión de dorados. Para este tipo de aplicaciones se utilizaban concentraciones del

20% de una mezcla de dos Aquazol® (200 y 500) para emplear como gel.

En última instancia, algunos restauradores determinaban que la adición de algún disolvente alifático, como el naftaleno en una solución con alcohol, ayudaba a alargar el tiempo de trabajo y, al mismo tiempo, disminuir la polaridad de la solución.

En cuanto al método de aplicación, los procedimientos más usados eran la jeringa y el pincel. Cuando se trataba de adherir dos fragmentos de espesor considerable, el uso de una forma concentrada<sup>20</sup> de Aquazol® obtenía muy buena consideración frente a otros productos como el Paraloid® B-72, el PVA o el AYAS, ya que su mordiente permitía un trabajo controlado, limpio y sin grumos. La mayoría de conservadores utilizaban alcohol con adición de agua para usar el Aquazol® como adhesivo (entre el 10 y el 50%).

Otros trabajos también recogen el uso de la PEOX en los dorados. Como muestra vale la pena poner la atención en un artículo de Chris Shelton,<sup>21</sup> conservador del *Museum of Fine Arts of Houston*, en el que estudia el uso del Aquazol® para sustituir al bol tradicional para dorados al agua, así como para incluirlo en los materiales para la preparación del *gesso*.

El autor describe las ventajas de usar el Aquazol®, ya que es un polímero soluble en un gran rango de solventes, tanto polares como apolares. Este hecho favorece las formas de trabajo; por ejemplo, se puede añadir alcohol y acelerar su secado. De esta manera se puede trabajar más rápidamente. Sin embargo, el autor hacía énfasis en el análisis previo de la superficie para evitar sorpresas desagradables en el momento de escoger los disolventes a aplicar.

También concluía que, teniendo en cuenta que los dorados son siempre superficies delicadas de conservar, la solubilidad y estabilidad del Aquazol® es una ventaja con respecto a la reversibilidad. También destacaban la posibilidad de preparar el *gesso* con Aquazol® y que éste se podía mantener mordiente el tiempo necesario para hacer el trabajo con comodidad.

Por último, resaltaban que la flexibilidad de la resina permitía obtener una superficie bruñida igual que la obtenida con materiales tradicionales y dejaban abierta la posibilidad de continuar estudiando las características del Aquazol®, ya que, como decía el autor, cuanto más se conozca, más y mejor se podrá explotar este nuevo material.

### EL AQUAZOL® COMO CAPA DE PROTECCIÓN

Una de las problemáticas más importantes cuando se quiere aplicar una capa de protección sobre una superficie pictórica es que el material añadido tenga una incidencia física y óptica en los materiales constitutivos, es decir, que varíe su aspecto haciendo aparecer colores saturados o alterando su brillo. Como es sabido, el brillo de las superficies va en función de la concentración de volumen de pigmento (*pigment volume concentration* o PVC)<sup>22</sup> en relación con el aglutinante; de este modo, un brillo máximo se consigue cuando la cantidad de aglutinante es suficiente para cubrir todas las partículas de pigmento. Así, según las técnicas y materiales, las superficies pictóricas pueden tener acabados brillantes, satinados o mates.

El brillo, a la vez, depende del índice de refracción de la superficie que, teniendo en cuenta que la pintura es la suma de pigmentos y aglutinante (y por lo tanto se trata de un material compuesto), será la media ponderada en fracción de volumen entre el índice de refracción de los pigmentos y su aglutinante.<sup>23</sup>

<sup>18</sup> ARSLANOGLU, J. "Evaluation of the Use of Aquazol as an Adhesive in Paintings Conservation". *WAAC Newsletter*. Vol. 25 (2003), nº 2, p. 12-18.

<sup>19</sup> EBERT, B; SINGER, B. W.; GRIMALDI, N. "Analysis and conservation treatment of Vietnamese paintings". *Journal of the Institute of Conservation*. Vol. 35 (2012), nº 1, p. 62-76.

<sup>20</sup> Con el fin de obtener una forma concentrada de Aquazol®, es decir, con una densidad de gel, solo hay que reducir el porcentaje de disolvente. El peso molecular del Aquazol® es lo que marcará esta densidad y, por tanto, es más fácil obtener una fórmula concentrada con Aquazol® 500.

<sup>21</sup> SHELTON, C. "The Use of Aquazol-Based Gilding Preparations". En: *WAG Post-prints, AIC meeting, Norfolk, Virginia (1996)*. Washington D.C.: American Institute for Conservation of Historic and Artistic-Works Wooden Artifacts Group, 1996.

<sup>22</sup> La concentración de volumen de pigmento (PVC) se define como la fracción volumétrica del pigmento respecto al volumen total de la película de pintura. Se expresa con la ecuación:  $PVC = \frac{V_p}{V_p + V_r}$ , siendo  $V_p$  = volumen de pigmento,  $V_r$  = volumen de resina o aglutinante. El valor de PVC se puede expresar en % multiplicando por 100 la expresión anterior.

<sup>23</sup> COLOMBO, A. [et al.] "Highly Transparent Poly(2-ethyl-2-oxazolone)-TiO<sub>2</sub> ...", p. 3.

<sup>24</sup> El punto crítico de concentración de volumen de pigmento se define como la concentración del volumen de pigmento en la que existe la suficiente resina (aglutinante) para llenar los intersticios entre todas las partículas de pigmento después de la evaporación de los disolventes y diluyentes; es decir, que se consigue el CPVC cuando todos los espacios entre las partículas del pigmento se llenan con aglutinante y la superficie del pigmento queda absolutamente empapada.

<sup>25</sup> COLOMBO, A. [et al.] "Highly Transparent Poly(2-ethyl-2-oxazoline)-TiO<sub>2</sub> ...", p. 4.

<sup>26</sup> *Ibid.*

<sup>27</sup> La transmitancia se define como la fracción de luz incidente, a una longitud de onda específica, que pasa a través de una muestra en una unidad de tiempo. Equivale a la transmitancia de la capa.

<sup>28</sup> TORTATO, C.; BOSCHETTI, E. "Innovative techniques for treating the reverse of paintings: gel systems and Aquazol 500 pre-impregnated facing pads". En: ANGELOVA, L.V.; ORMSBY, B.; TOWNSEND, J.H.; WOLBERS, R. (eds.) *Gels in the Conservation of Art*. London: Archetype Publications, 2017, p. 245-250.

<sup>29</sup> ACYRA es la asociación de alumnos y ex-alumnos de la Escuela Superior de Conservación-Restauración de Bienes Culturales de Aragón.

<sup>30</sup> BORGIOLO, L.; DE LUCA, D.; SABATINI, L.; VITI, V. "Manufatti dipinti su supporto tessile. Reintegrazione delle lacune. Proposta di materiali alternativi". *Kermes* (2012), nº 88, p. 42-54.

La textura de la superficie es también otro factor a tener en cuenta, ya que influye directamente en su apariencia. Generalmente, las superficies rugosas o aquellas en que se supera el punto crítico de concentración de volumen de pigmento (CPVC),<sup>24</sup> son de apariencia mate. Por lo tanto, aplicar un barniz en una superficie puede hacer variar su PVC y, por tanto, alisar la superficie haciendo que los colores aparezcan más saturados y oscuros.<sup>25</sup>

Así como para otros usos del Aquazol® se ha encontrado bastante bibliografía y ensayos con este polímero, cuando se quieren analizar sus propiedades como capa de protección la información es mucho más escasa; por lo tanto, se deduce que no es un material demasiado empleado como barniz para superficies pictóricas. Aun así, hay un estudio de René de la Rie presentado en la *RSC Advances Journal de la Royal Society of Chemistry* de 2013,<sup>26</sup> en que se estudia la posibilidad de usar la poli(2-etil-2-oxazolina) con adición de nanopartículas de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) como capa de recubrimiento de pinturas mate. El propósito del artículo es recoger el análisis realizado con estos materiales a diferentes concentraciones y demostrar su utilidad, ya que las superficies en las que se aplicaron mantenían su aspecto y propiedades ópticas, abriendo una vía de nuevos materiales. Según exponen los autores, las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> tienen una alta transparencia en el rango visible y un alto índice de refracción y, añadidas a una matriz polimérica, en este caso la PEOX, tienen la propiedad de convertirse en una buena protección y mantener invariables ópticamente los colores. Sin embargo, se apunta que, con las medidas tomadas, se observaba una pérdida de la transmitancia<sup>27</sup> y conclusión que era causada por la presencia de las nanopartículas de TiO<sub>2</sub>.

El estudio, por lo tanto, lo dejaban abierto a seguir investigando y mejorando las posibilidades del uso de nanopartículas para recubrimientos de pinturas mates. Sin embargo, ponen énfasis en la gran estabilidad y propiedades de la PEOX, que actuaba, también, de barrera antimicrobiana.

#### EL AQUAZOL® COMO CAPA DE PROTECCIÓN TEMPORAL

Por otra parte, en los últimos años se han publicado estudios<sup>28</sup> sobre el uso de este polímero, entre otros, para la protección temporal de superficies pictóricas. [VIDEO 1](#) [pág.70] Actualmente, los empapelados de protección temporales están ceñidos, mayormente, a la realización de intervenciones en el soporte de la obra, en las que se hace imprescindible su aplicación debido a las degradaciones y fragilidad presentes en la película pictórica. Pueden ser ejemplo la retirada de entelados y/o eliminación de sustancias del reverso fuertemente adheridas, como las impregnaciones a la gacha, con cera-resina o restos de colas aplicadas en restauraciones anteriores con el fin de reforzar el soporte dañado de tela.

En las jornadas técnicas organizadas por ACYRA,<sup>29</sup> en 2019, la restauradora Enrica Boschetti realizó una conferencia y posterior *workshop* en el Museo de Zaragoza, en el que explicaba el método empleado, los materiales y las proporciones para la realización de parches de papel japonés impregnados de Aquazol® 500 aplicado de manera indirecta, es decir, previamente preparados y reactivados posteriormente durante la aplicación. [5](#) - [8](#) [pág.63-64]

<sup>31</sup> Estuco realizado a base de cola orgánica de origen animal (cola de conejo) y una carga inerte, generalmente sulfato de calcio dihidratado (yeso de Bolonia). También se pueden añadir otros aditivos, tales como pigmentos, para obtener un acabado determinado.

El principio fundamental de la metodología propuesta es aplicar un material de protección por el anverso que tenga una polaridad contraria a la naturaleza del material a retirar del reverso. De esta manera se evita la interacción de los materiales durante la intervención. Así, cuando se quiere proceder a la eliminación de sustancias apolares de los reversos, como pueden ser la cera-resina o polímeros miscibles en hidrocarburos, uno de los materiales propuestos es el Aquazol® 500, junto con otros como el Klucel® F, la Tylose® MH300, el Gelvatol® o la cola proteica.

La elección del Aquazol® 500, es decir, el de mayor peso molecular, responde al objetivo de asegurar que el material quede en superficie, ciñéndose a una intervención temporal de protección, y evitar que su penetración lo convierta en un innecesario material fijativo. [9](#) [pág.65] También destacaron su fácil reversibilidad y ausencia de residuos en los estratos pictóricos.

#### EL AQUAZOL® COMO AGLUTINANTE PARA ESTUCO

Otro uso que se está introduciendo con fuerza en las prácticas de conservación es el Aquazol® como aglutinante para estucos. Cuando se habla de un material de relleno sobre soporte textil se deben tener en cuenta algunas características. En primer lugar, se debe garantizar la compatibilidad con los materiales constitutivos de la obra, que el producto añadido siga la inercia y los movimientos de los materiales subyacentes y contiguos y que mantenga una buena elasticidad y plasticidad durante y después de la aplicación, es decir, que una vez seco no se endurezca desmesuradamente. Otras características a tener en cuenta son el porcentaje de contracción después de su secado, la facilidad de ser atacado por microorganismos, así como su reversibilidad. También hace falta que permita el trabajo de la superficie y facilite la reintegración cromática.

Los estucos están compuestos, básicamente, por un aglutinante y una carga inerte. Tradicionalmente, las colas animales han sido la base del aglutinante, pero actualmente hay otros materiales comerciales como son el Blumestucco®, el Aquaplast®, la Polyfilla®, el BEVA® Gesso, etc., que están compuestos por cargas inertes y aglutinantes sintéticos, cuya composición es difícil de saber porque se encuentran bajo patente.

En la revista italiana de investigación *Kermes*<sup>30</sup> aparecía en diciembre de 2012 un artículo en el que se exponía el estudio comparativo de un estuco tradicional (cola de conejo y sulfato cálcico) con estucos comerciales actuales y otros con base polimérica como la poli(2-etil-2-oxazolina). Los estucos estudiados fueron el *gesso*,<sup>31</sup> el Modostuc®, el Balsite®, la Polyfilla®, el BEVA® Gesso y el Aquazol®. La finalidad del trabajo era analizar las características del estuco tradicional y buscar materiales alternativos que cumplieran con los mismos requisitos, entendiendo que el *gesso* es el estuco tradicional por excelencia y que son sus propiedades las que marcan la pauta de un buen material de relleno.

Los autores, sin embargo, afirman que la contracción, la falta de resistencia mecánica y la rigidez del estuco tradicional pueden ser la causa de problemas. Ponen de ejemplo obras de gran formato en las que se tenga que proceder a su enrollado, ya que pueden aparecer fisuras, entre los defectos más leves, teniendo en cuenta las tensiones que debe soportar el material debido a sus dimensiones. También destacan que, en ambientes de humedad relativa elevada y condiciones termohigrométricas no controladas, la cola proteica puede ser atacada por microorganismos y, en cambio, en condiciones de baja humedad, el estuco puede sufrir degradaciones por

resecamiento y, como consecuencia, desprenderse del soporte.

Tal como se explica en el artículo, el Aquazol® es un material que ofrece resistencia a la contracción y, ya que se pueden combinar Aquazol® de diferentes pesos moleculares, se puede adaptar la composición del estuco en función de la porosidad del objeto, de su estado de conservación y del efecto que se quiera obtener. Las propiedades del producto permiten utilizarlo como sustituto de los adhesivos a base de agua más conocidos, como las emulsiones acrílicas y vinílicas, aunque dentro de estas emulsiones, a menudo, hay aditivos ocultos añadidos que no han sido declarados por los productores, tales como tensioactivos, emulsionantes, etc.

Leonardo Borgioli afirma, sin embargo, que hay que vigilar su uso en condiciones de HR elevadas dado que puede perder su poder adhesivo y consolidante. En las conclusiones expone que el Aquazol® 200 al 10% en agua con adición de sulfato cálcico es, sin duda, un muy buen sustituto del gesso tradicional, visto que ofrece, incluso, mejores prestaciones en cuanto a retracción, flexibilidad y resistencia microbiana.

En la realización de pruebas de enrollado de la tela de soporte con muestras de estuco en cilindros, se confirmó la fragilidad extrema del estuco tradicional, ya que aparecieron en la superficie grietas de gran tamaño. El mismo tipo de degradación se encontró en los estucos realizados con Modostuc®, mientras que las muestras realizadas con Aquazol® 200 al 10 y al 15% presentaron una excelente resistencia mecánica, a pesar de la formación de grietas microscópicas que, sin embargo, no afectaron a la cohesión ni a la apariencia. En el resto de materiales testados no se percibieron alteraciones.

Para verificar aún más la elasticidad de los materiales, el lienzo que contenía las muestras se montó en un marco provisional y se colocó bajo una tensión progresiva hasta la rotura. Los estucos realizados con cola orgánica y con Modostuc® mostraron una resistencia a la tracción muy baja, con una formación evidente de fracturas a lo largo del grueso de la capa y la rotura de los materiales. En cambio, las pruebas realizadas en los estucos con Aquazol® mostraron que las mejores garantías de resistencia se encontraban en el estuco de Aquazol® 200 diluido al 10% en agua. Por el contrario, el de Aquazol® 200 al 15% y el de Aquazol® 500 condujeron a la formación de grietas evidentes. Las muestras con Polyfilla®, BEVA® Gesso y Balsite® no sufrieron deformaciones ni roturas, resultando extremadamente elásticas y resistentes.

En cuanto a la reversibilidad de los productos, la eliminación completa de los estucos basados en cola animal y Modostuc® fue fácil de obtener por medios mecánicos o solventes como el agua. Sin embargo, el producto Modostuc® dejaba una aureola blanquecina en el lienzo y fragmentos de material en la trama. Por otro lado, los estucos de Aquazol® se pudieron retirar de forma exitosa, tanto mecánicamente como con disolventes polares como el alcohol etílico, aunque la eliminación del Aquazol® 500 al 15% fue la más difícil. La retirada de los estucos realizados con los otros materiales testados no fue satisfactoria, tanto por los residuos como por el tiempo y métodos necesarios para hacerlo.

También se evaluó la colonización y el desarrollo de microorganismos mediante diferentes pruebas de inoculación y cultivos. Los resultados fueron que el crecimiento de hongos era más rápido (aproximadamente dos semanas) en el Balsite® y luego en el estuco de cola animal. En cuanto a su tamaño, se observaron trazas de crecimiento (<10%) en el Modostuc®, mientras que se detectó un crecimiento moderado (10-30%)

en el Aquazol®, el BEVA® Gesso y la Polyfilla®. Estos datos están relacionados, según se explica en el informe, con la presencia de biocidas en las formulaciones o de aditivos no utilizables por los microorganismos como nutrientes. El mayor crecimiento (30-60%) resultó con la cola animal.

En este estudio también se incluyeron pruebas de reintegración cromática sobre los estucos testados. Los materiales de relleno que obtuvieron mejores resultados para la reintegración cromática fueron el Balsite® y los estucos a base de Aquazol® 200 (al 10 y al 15% en agua). En cambio, en el estuco a base de Aquazol® 500 al 10 y 15% en agua se observó una lenta absorción de la pintura.

En último lugar, con el conjunto de pruebas realizadas se concluyó que los estucos a base de Aquazol® resultan extremadamente resistentes, fáciles de revertir, no están sujetos a la contracción dimensional y son fáciles de trabajar, incluso en tiempos bastante cortos. A pesar de ello, recomendaban la necesidad de aplicar una capa de protección para evitar la tendencia del material a absorber agua en presencia de tasas elevadas de humedad. El mejor rendimiento lo encontraron en el producto Aquazol® 200 diluido al 10% en agua con adición de yeso de Bolonia, y lo consideraron un sustituto ecológico excelente de la cola animal.

Siguiendo en el uso del Aquazol® como aglutinante para estucos, ya se ha mencionado que el Aquazol® fue usado como material para la reintegración matérica con resultados exitosos en la restauración de las pinturas vietnamitas de la *Witness Collection of Vietnamese Modern and Contemporary Art* de Kuala Lumpur. En primer lugar, estas pinturas habían sido fijadas con una solución de Aquazol® 200 y, posteriormente, se había usado Aquazol® 500 al 10% en isopropanol como aglutinante para fabricar estuco. Finalmente, se utilizó Aquazol® 200 al 20% en isopropanol para obtener el aglutinante para el retoque cromático. Este procedimiento emplea el criterio de aplicar la mínima variedad de materiales posibles sobre una obra para respetar al máximo su composición y evitar, así, hacer compleja la constitución de los estratos.

Para concluir este apartado, hay que decir que hay otros estudios realizados por Laura Fuster y Marion Mecklenburg,<sup>32</sup> entre los más destacados de la bibliografía especializada, que afirman que la cola de conejo es, con mucha diferencia, el mejor aglutinante para la realización de estucos y que se conoce su respuesta a lo largo del tiempo.

#### EL AQUAZOL® COMO AGLUTINANTE PARA PIGMENTOS

La autoproducción de materiales de retoque no es solo una solución alternativa, sino que es una práctica recomendada. A través de una selección precisa de gomas o resinas utilizadas como aglutinantes y pigmentos estables es posible obtener colores de alta calidad, controlando, al mismo tiempo, los materiales que los forman, dado que de los elaborados comercialmente a menudo se desconocen los componentes debido a la producción bajo patente y, por tanto, el restaurador no puede garantizar su estabilidad frente al envejecimiento de los materiales. Con la fabricación propia de los colores también es factible calibrar los componentes para lograr efectos particulares, creando soluciones específicas para cada pieza. Los materiales usados como aglutinante pueden ser muy variados, desde los materiales tradicionales hasta llegar a nuevos polímeros sintéticos experimentales. Si bien es necesario familiarizarse con las propiedades de trabajo de estos nuevos materiales y valorar su eficacia en cada caso particular.

<sup>32</sup> FUSTER LÓPEZ, L. *El estuco en la restauración de pinturas sobre lienzo. Criterios, materiales y procesos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2008. También se pueden consultar las actas de los siguientes congresos: FUSTER, L.; MECKLENBURG, M.F.; CASTELL-AUGUSTI, M.; GUEROLA-BLAY, V. *Atti del IV Congresso Nazionale IGIC, Sessione Poster. Lo Stato dell'Arte. Idoneità meccanica degli stucchi usati nel riempimento di mancanze di dipinti su tela*. Firenze: Nardini Editore, 2006, p. 599-608. FUSTER, L.; MECKLENBURG, M.F. *Atti del congresso Colore e conservazione Trento 19-20 novembre 2010. Materiali per la stuccatura nei dipinti mobili: materiali tradizionali e moderni verso una valutazione critica dell'idoneità, stabilità e versatilità delle formulazioni tradizionali ed attuali. Le fasi finali nel restauro delle opere policrome mobili*. Padova: Il Prato, 2011, p. 45-56.

<sup>33</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used...", p. 13.

<sup>34</sup> En el artículo no se especifica el disolvente.

<sup>35</sup> METZGER, C. A.; MAINES, C; DUNN, J. [eds.] A.A.V.V. *Painting Conservation Catalog vol 3. Impainting. AIC Paintings Speciality Group*. Virginia (USA): The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 2011, p. 121.

<sup>36</sup> James Bernstein fue conservador y co-director de Conservación del Museo de Arte Moderno de San Francisco (1975 a 1989). A partir de 1989 se dedicó a la práctica de la conservación y restauración de obras de arte en el ámbito privado y a impartir clases magistrales. En 2007, James Bernstein recibió el Premio Caroline Keck, en reconocimiento a su historial sostenido de excelencia en la educación y formación de los profesionales de la conservación.

<sup>37</sup> DOS SANTOS BAILÃO, A. M. *Critérios de intervenção e estratégias para a avaliação da qualidade da reintegração cromática em pintura*. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa, 2015, p. 368.

<sup>38</sup> Es decir, que cuanto más bajo es el peso molecular, mayor es la saturación. Por lo tanto, esta característica del Aquazol® permite obtener diferentes grados de saturación sin la necesidad de añadir más material. También exponía que la adición del 20% de Aquazol® 500 en una acuarela parecía mejorar la calidad de la película, ya que permanecía transparente y reversible.

<sup>39</sup> DOS SANTOS BAILÃO, A. M. *Critérios de intervenção...*, p. 367.

<sup>40</sup> *Ibíd.*

<sup>41</sup> *Ibíd.*

En el artículo de Julie Arslanoglu<sup>33</sup> se recogen las sensaciones de los restauradores que usaban el Aquazol® como aglutinante para pintura. Todos coincidían en describirlo como un material parecido al *gouache*, en cuanto a propiedades plásticas y de opacidad, y con la textura y la consistencia de la pintura al óleo. En general, los conservadores optaban por usar un Aquazol® de peso molecular bajo (50 o 200) debido a que decían que mojaba mejor que el de 500. Sin embargo, también decían que a menudo mezclaban Aquazol® de pesos diferentes para conseguir efectos tipo *gouache* o esmalte. Todos coincidían en decir que es reversible y menos higroscópico que la goma arábica y también recomendaban la aplicación posterior de un barniz como protección (Paraloid® B-72 al 7% u otros).<sup>34</sup>

Julie Arslanoglu explica cómo el Aquazol® fue usado satisfactoriamente en pinturas acrílicas sin que se mezclase con la pintura original. También habían aplicado Aquazol® 50 con una proporción 80:20 (etanol:agua) y pigmentos en polvo, aplicados con nebulizador en una pintura al *gouache* en una área en que esta presentaba una apariencia polvorienta (como de pastel).

Aun así, como defecto principal de este material, los restauradores coincidían en valorar el brillo de la resina como un problema a resolver. También destacaban su reactividad frente a la humedad, aunque aportaban la solución de añadir algún solvente a base de hidrocarburos para evitar estos efectos.

En cuanto a su reactividad en condiciones de alta humedad, se ha observado que la presencia de iones metálicos (como pigmentos en polvo o en pinturas pulverulentas) puede hacer disminuir su respuesta ante los cambios higrométricos. Asimismo, se establece que no hay suficiente constancia en estudios de defectos del producto en este sentido.

Respecto a la concentración del producto para obtener materiales de retoque con soluciones acuosas, varía mucho en función del peso molecular de la resina. Como punto de partida se pueden utilizar las recetas definidas en el *Painting Conservation Catalog III*<sup>35</sup> y que también recogía Arslanoglu en su artículo:

- 67% de Aquazol® 50 en agua desionizada.
- 33% de Aquazol® 200 en agua desionizada.
- 18-20% de Aquazol® 500 en agua desionizada.

A partir de aquí, se puede diluir según las necesidades que considere el restaurador. Sin embargo, algunos restauradores tenían dificultades para encontrar la concentración adecuada y una viscosidad suficiente de la resina, para que los pigmentos quedaran bien integrados y adheridos. Estas características, al mismo tiempo, podían variar en función de las propiedades del pigmento.

Conviene recordar, sin embargo, que el Aquazol® es soluble en disolventes de naturaleza muy diversa y también que sus diferentes pesos moleculares proporcionan viscosidades muy diferentes. Estas características dan mucha versatilidad en el momento de buscar las proporciones para preparar los colores. Muchos de los conservadores consultados aportaban

fórmulas diversas, mencionando esta libertad que otorgaba el producto, lo que facilitaba el poderse ajustar a las necesidades de la pieza. La gran mayoría optaban por diluir el Aquazol® en agua, alcohol o acetona y lo más habitual era hacer una mezcla tipo 10% de Aquazol® 200 en etanol o 95:5 en agua (agua:etanol).

Una mezcla particular es la que describía Jim Bernstein,<sup>36</sup> uno de los conservadores consultados en el artículo de Arslanoglu; este restaurador utilizaba lo que llama "agua extra seca" (agua que contiene acetona). La mezcla estaba compuesta de 10-40% de acetona en agua, para reducir considerablemente la tensión superficial y permitir una reintegración y un secado más rápido.

Ese mismo restaurador aparece citado en otro trabajo titulado: *Critérios de intervenção e estratégias para a avaliação da qualidade da reintegração cromática em pintura* (Criterios de intervención y estrategias para la evaluación de la calidad de la reintegración cromática en pintura),<sup>37</sup> de Ana M. Dos Santos Bailão. En esta ocasión, J. Bernstein explica que se pueden obtener diferentes índices de refracción mezclando el mismo pigmento con los diferentes Aquazol®, ya que la diferencia entre los pesos moleculares permite saturar los pigmentos de formas diversas.<sup>38</sup>

En el mismo trabajo se exponía la experiencia, muy satisfactoria, obtenida añadiendo Aquazol® 50 y sílice a la acuarela para reintegrar una pintura a la encáustica de Jasper Johns.<sup>39</sup> También se utilizaba Aquazol® 200 con acuarela para la reintegración de una pintura al óleo con una elevada proporción de cera, incorporada intencionadamente por el artista. En este caso la fórmula fue una solución de 20 g de Aquazol® 200 en 30 ml de agua y, posteriormente, añadió sílice para obtener un efecto superficial similar al de la cera.<sup>40</sup>

Ana M. Dos Santos Bailão, autora de este trabajo, realizaba las posibilidades de hacer retoque cromático con Aquazol®, ya que los diferentes pesos moleculares aportaban acabados diferentes según las necesidades de la pieza. Por lo tanto, se pueden obtener acabados más brillantes si se aplican soluciones más viscosas. También recalca que, cuanto más viscosa era la solución, más problemática se presentaba la dispersión del pigmento dentro de la matriz. Así, aconsejaba la adición de un 5% de etanol en la mezcla para rebajar la tensión superficial y favorecer la fluidez y la adherencia a la superficie.<sup>41</sup>

En este sentido, en 2017 se publica una investigación<sup>42</sup> donde se dan dos recetas diferentes de colores autoproducidos con Aquazol® 500, en las que se añaden aditivos, para mejorar una dispersión homogénea de los pigmentos en el medio, y un conservante. Las recetas son:<sup>43</sup>

- Aquazol® 500 diluido en agua desionizada con adición de glicerina y goma xantana en 2-fenoxietanol y pigmentos.
- Aquazol® 500 diluido en agua desionizada en 2-fenoxietanol y pigmentos.

Los autores del estudio justifican la elección del Aquazol® 500 para la producción de material de retoque, entre los cuatro posibles pesos moleculares del Aquazol®, porque es el que contiene las moléculas más grandes y, por tanto, es el material que quedará más en superficie y penetrará menos en el sustrato. Esta característica es fundamental a tener en cuenta en un retoque cromático para su futura reversibilidad.

La atención de los autores se centra en comparar la estabilidad de los colores autoproducidos frente a los que se venden comercialmente bajo el nombre de QoR<sup>44</sup> a base de Aqua-

<sup>42</sup> UBALDI, V.; BESTETTI, R.; WOLBERS, R. [et al]. "The use of Aquazol 500 as a binder for retouching colours: Analytical investigations and experiments". En: *4th edition of the International Meeting on Retouching of Cultural Heritage, RECH4*. Split (Croacia): University of Split, Academy of Arts, 2017, p. 68.

<sup>43</sup> En el artículo, las recetas no aparecen más detalladas.

zol<sup>®</sup>, introducidos en el mercado a partir de 2014 por *Golden Artist Colors* (USA) y de los que se desconoce la composición exacta.

El estudio otorga cinco categorías diferentes a cada grupo de pigmentos utilizados, en función de su CPVC (*critical pigment volume concentration*) para determinar la concentración idónea de la solución. Los porcentajes oscilaban entre el 20 y el 40% de Aquazol<sup>®</sup> 500 en ambas recetas. **10** y **11** [pág.68]

En las conclusiones se exponía que la presencia de aditivos no comprometía la estabilidad del polímero después del envejecimiento y tampoco mostraban síntomas de reticulación y que, por tanto, sería el criterio del mismo restaurador y su facilidad en el proceso de retoque lo que haría escoger una u otra receta. Finalmente, con los resultados obtenidos, se concluía que la autoproducción de colores con Aquazol<sup>®</sup> 500 era una muy buena alternativa para restauradores y que sería muy interesante seguir investigando las posibilidades con este material. También se apuntaba la necesidad de desarrollar un protocolo de análisis de la superficie a retocar, para escoger el mejor solvente tanto para su aplicación como por su solubilización, en caso necesario.

Antes de terminar este apartado cabe mencionar, también, los resultados de la investigación<sup>45</sup> publicada en el *2nd International Meeting on retouching of Cultural Heritage* realizado en Oporto en octubre de 2014. El estudio recogía las fórmulas dadas en el taller de CESMAR<sup>746</sup> sobre materiales y métodos para la autoproducción de colores para el retoque, impartido por Roberto Bestetti e Ilaria Sacconi. En el artículo publicado se encuentran las fórmulas para fabricar colores a base de Laropal<sup>®</sup> A81, Paraloid<sup>®</sup> B-72, Regalrez<sup>®</sup> 1094; también proponen la goma arábiga y el Aquazol<sup>®</sup> como aglutinantes con base acuosa. En este caso, la fórmula es válida tanto para el Aquazol<sup>®</sup> 200 como para el 500:

- 100 g de Aquazol<sup>®</sup> (200 o 500) en 200 ml de agua desionizada (relación resina: disolvente 1:2 en p/v). **12** - **15** [pág.69-70]

## CONCLUSIONES

La conservación-restauración de arte contemporáneo provocó un cambio de paradigma, y condujo a los investigadores, científicos y conservadores-restauradores hacia la búsqueda de nuevos materiales que se asimilaran a los nuevos materiales constitutivos de este tipo de obras. El Aquazol<sup>®</sup> fue uno de estos materiales.

Una de las primeras aplicaciones que se le dio a la poli(2-etil-2-oxazolona) en conservación-restauración fue la de aprovechar sus propiedades adhesivas como consolidante en pintura contemporánea. A continuación se vio, sin embargo, que la diversidad de pesos moleculares, junto con el resto de características, lo hacían un material muy versátil y, a partir de la década de los 90 del siglo XX se exploraron nuevas aplicaciones.

Viendo la bibliografía consultada se constata, pues, que el uso de este polímero como fijativo se está afianzando en las prácticas de conservación de superficies pictóricas diversas y que los restauradores valoran muy positivamente sus posibilidades. Su rango de solubilidad, su estabilidad térmica, el mantenimiento inalterable de las propiedades después de procesos de envejecimiento, la posibilidad de adecuar su uso con los diferentes pesos moleculares, así como el hecho de ser un material reversible, no tóxico y biodegradable, lo hacen muy versátil e interesante en este tipo de intervenciones.

Como adhesivo para la realización de capas de protección

temporal, los estudios presentados hasta ahora demuestran que esta resina resulta muy útil y que, aplicada de la forma correcta, permite una muy buena funcionalidad y posterior eliminación. Una vez más, las propiedades de la resina destacan la posibilidad de jugar con los diferentes pesos moleculares y amplia solubilidad para poder ajustar mejor la acción y los resultados que se quieren obtener.

En cuanto a su uso como aglutinante para estuco, el Aquazol<sup>®</sup> es un material que está en vías de experimentación. Por ahora, las conclusiones que se derivan de su estudio determinan que sus propiedades parecen añadir un “plus” a las ventajas que proporcionan otros materiales y aparece como el estuco más análogo al *gesso* tradicional.

En cuanto a su uso como aglutinante para pigmentos, los autores citados hacen énfasis en la práctica de la autoproducción de colores como un método que aporta al restaurador seguridad y control de los materiales aplicados en las obras de arte. Y también destacan la posibilidad de ajustar el brillo del retoque a las necesidades de la pieza, ya que se pueden crear efectos particulares. La fabricación de colores a base de Aquazol<sup>®</sup>, en general, es sencilla, aunque existan varias fórmulas posibles. Consecuentemente, los conservadores que usan este tipo de colores autoproducidos se muestran muy satisfechos con los resultados, porque les permite ampliar la gama de colores y ajustar el brillo de algunos pigmentos, como por ejemplo las tierras, que generalmente son muy opacas. También se hace alusión a que, tras un periodo de tiempo para familiarizarse con el producto, el retoque se vuelve rápido, ya que facilita encontrar el color exacto para cada reintegración.

Para finalizar, hay que decir que la aparición de nuevos materiales en procesos de conservación-restauración siempre deja abiertos interrogantes, dado que se desconoce su respuesta a lo largo del tiempo. Si bien hay estudios de envejecimiento de la poli(2-etil-2-oxazolona), es un material aún joven para saber, a ciencia cierta, cuáles pueden ser sus limitaciones o qué consecuencias pueden resultar de su aplicación. Sin embargo, sus características y el hecho de que sea un material respetuoso con el medio ambiente y con la salud del conservador-restaurador, lo potencian como un material a tener en cuenta. También hay que remarcar que estos nuevos materiales no persiguen, tal vez, la sustitución de aquellos materiales tradicionales que ya se conocen, sino la posibilidad de incrementar el abanico de productos y poderse ajustar a las necesidades concretas de cada pieza, sobre todo teniendo en cuenta la innumerable cantidad de materiales que componen el arte contemporáneo.

## IMÁGENES

**PORTADA** (Fotografía: Glòria Palomares).

**1** Diferentes representaciones de la molécula de Aquazol<sup>®</sup> (Esquema: Glòria Palomares).

**2** Tabla de solubilidad de la poli(2-etil-2-oxazolona) (Esquema: CHIU, T. T.; THILL, B. P.; FAIRCHOCK, W. J. “Poly(2-ethyl-2-oxazoline): A New Water and Organic Soluble Adhesive”. *Advance in Chemistry*, Vol. 213 (1986), nº 23, p. 425-433).

**3** Imágenes del antes y el después del tratamiento con Aquazol<sup>®</sup> de la obra *Retrato de una estudiante*, de Nguyễn Trọng Kiệm, 1963 (Fotografías: ©Witness Collection).

**4** Imágenes de detalle del antes y el después del tratamiento

<sup>44</sup> Ver: QOR.MODERN WATERCOLORS. *Story*. [En línea]. <<https://www.qorcolors.com>> [Consulta: 30 novembre 2020].

<sup>45</sup> BESTETTI, R; SACCANI, I. “Materials and Methods for self-production of retouching colours.” En: *2nd International Meeting on Retouching of Cultural Heritage. RECH2: PROCEEDINGS*. Porto: Escola Artística e Profissional Árvore, 2014, p. 26-39.

<sup>46</sup> CESMAR7 es el *Centro per lo Studio dei Materiali per il Restauro*, de Italia. Es una asociación sin ánimo de lucro formada por científicos y conservadores con el objetivo principal de investigar y divulgar nuevos métodos en el campo de la conservación. Estos objetivos se llevan a cabo de maneras diversas, entre las que destacan los talleres impartidos por instructores internacionales, así como la participación y publicación en diferentes congresos.

con Aquazol® (Fotografías: ©Witness Collection).

**5** Proceso de preparación del empapelado de protección temporal con Aquazol® (Fotografías: Enrica Boschetti).

**6** Activación con nebulizador del parche de Aquazol® (Fotografía: Enrica Boschetti).

**7** Aplicación del empapelado de protección realizado con papel japonés y una solución de Aquazol® (Fotografías: Enrica Boschetti).

**8** Proceso de eliminación de la capa protección temporal a base de Aquazol® (Fotografías: Enrica Boschetti).

**9** Representación de la acción del adhesivo sobre los estratos pictóricos (Esquema: Glòria Palomares).

**10** Tabla resumen de las categorías de pigmentos (Autora: Vanessa Ubaldi).

**11** Esquemas de las recetas A y B (Esquema: Vanessa Ubaldi).

**12** Preparación de colores con Aquazol® (Fotografía: Roberto Bestetti).

**13** Preparación de colores con Aquazol® (Fotografía: Roberto Bestetti).

**14** Preparación de colores a base de Aquazol® (Fotografía: Roberto Bestetti).

**15** Paleta de colores a base de Aquazol® (Fotografía: Roberto Bestetti).

## VIDEOS

**VIDEO 1** Conferencia de Enrica Boschetti en *Gels in Conservation* (IAP. *Gels in Conservation* - Enrica Boschetti. YouTube [video digital], 14 de marzo de 2018. <<https://www.youtube.com/watch?v=mgM5LKR5yXY>> [Consulta: 30 noviembre 2020]).

