

# La poli (2-etil-2-oxazolina) i els seus usos en conservació- restauració de pintura.

El polímer poli(2-etil-2-oxazolina), comercialitzat amb el nom d'Aquazol<sup>®</sup>, fou introduït a les pràctiques de conservació-restauració durant els anys 90 del segle XX. Tot i ser una resina jove, encara per assegurar del cert els seus límits, les seves propietats inusuals i el fet que sigui un material respectuós amb el medi ambient i amb la salut del conservador-restaurador, ha propiciat que s'hagi utilitzat cada vegada més en processos molt diversos. Aquest article és una síntesi de la recerca realitzada sobre aquest polímer arran d'un cas pràctic dut a terme al Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) i que formà part del Treball Final dels estudis de conservació-restauració de l'ESCRBCC.

## ***Poly(2-ethyl-2-oxazoline) and its Use in the Preservation-Restoration of Paintings.***

*The polymer poly(2-ethyl-2-oxazoline), marketed under the name Aquazol<sup>®</sup>, was introduced in conservation-restoration procedures in the 1990s. Despite being a young resin with its limits as yet to be ascertained, its unusual properties and the fact that it is an environmentally friendly material which does not adversely affect the health of the conservator-restorer, has resulted in it being used with greater frequency in many different processes. This paper is a synopsis of the research undertaken on this polymer based on a study carried out at the Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) and which formed part of the Final Project in the preservation-restoration course at the ESCRBCC.*

### **Glòria Palomares Larreula.**

Titulada Superior en Conservació i Restauració de Béns Culturals en l'especialitat de Pintura per l'ESCRBCC.

Graduada en Modelisme i Maquetisme per l'Escola d'Art i Superior de Disseny Llotja. Professional independent.

Postgraduate Degree in Preservation and Restoration of Cultural Heritage specialising in Painting from the ESCRBCC.

Graduate in Scale Modelling at the Llotja School of Art and Design. Freelancer.

gloriapalomares.restaura@gmail.com

**Paraules clau:** Aquazol<sup>®</sup>, poli(2-etil-2-oxazolina), consolidació, fixació, capa de protecció temporal, aglutinant per a estuc, aglutinant per a pigments.

**Keywords:** Aquazol<sup>®</sup>, poly(2-ethyl-2-oxazoline), consolidation, fixing, temporary protective layer, binding agent for stucco, binding agent for pigments.

**Data de recepció:** 01-XII-2020 > **Data d'acceptació:** 09-XII-2020 / **Date received:** 01-XII-2020 > **Date accepted:** 09-XII-2020







## INTRODUCCIÓ

L'any 1994 el *Getty Conservation Institute* publicava un estudi<sup>1</sup> en el qual s'exposava el treball realitzat amb un material que fins llavors s'havia usat com a adhesiu termoplàstic i que s'havia presentat, l'any 1977, com a una nova patent de la Dow Chemical Company. En un primer moment, aquest material basat en el monòmer 2-etil-2-oxazolina<sup>2</sup> i que formava una resina sintètica d'amida terciària alifàtica (PEOX), havia estat dissenyat com un producte per a consolidacions de vidre, atès que tenia un índex de refracció molt similar (Aquazol® = 1,520 ffl 0,001; vidre = 1,529). També s'oferia com una alternativa als adhesius tradicionals per a *packaging* i adhesió de cartrons, comercialitzant-se sota el nom d'Aquazol® a partir de l'any 1986 per l'empresa Polymer Chemistry Innovations. La seva presentació és en forma sòlida amorfa i amb diverses versions, depenent del seu pes molecular, que oscil·la entre 5.000 i 500.000 g/mol, en Aquazol® 5, 50, 200 i 500.<sup>3</sup>

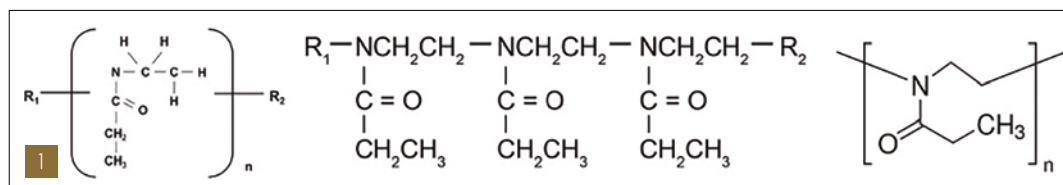
La poli(2-etil-2-oxazolina) s'obté mitjançant la polimerització amb l'obertura catiònica de l'anell del monòmer. **1** Té una estructura similar a una proteïna amb una funció amida polar (-N- (C = O)-) que li permet interactuar amb materials polars. També té grups alifàtics,

tipus etil, en les cadenes laterals que li donen una polaritat mixta i que el capaciten per interactuar amb molècules no polars. A més, les amides terciàries es troben entre les estructures de nitrogen més estables.<sup>4</sup>

## ELS PRIMERS ESTUDIS

El primer estudi exhaustiu sobre aquest material el van realitzar l'any 1986 Thomas T. Chiu, Bruce P. Thill i William J. Fairchock,<sup>5</sup> on es definien les seves característiques i propietats físiques i químiques. Però l'any 1994, el *Getty Conservation Institute* va fer un pas endavant analitzant les seves potencialitats. El seu propòsit era definir les prestacions que podia donar al servei de la conservació i restauració, més enllà de ser usat com a adhesiu. Al estudi realitzat l'any 1994 es van comprovar, en primer lloc, les propietats físiques i químiques, definides anteriorment per Thomas Chiu, i es va constatar ràpidament que aquest material tenia unes propietats inusuals de solubilitat, així com d'estabilitat tèrmica i mecànica.

L'àmplia solubilitat **2** d'aquest polímer era el primer avantatge susceptible de convertir aquesta resina sintètica en un bon material consolidant per a la conservació i restauració, ja que es va verificar que era soluble en un ampli rang de solvents com l'acetona,



<sup>1</sup> DUERBECK, D.; MCGINN, M.; WOLBERS, R. "Poly (2-Ethyl-2-Oxazoline): A New Conservation Consolidant". *A: Wood Painted: History and Conservation*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 1994, p. 514-527.

<sup>2</sup> L'oxazolina és un compost químic heterocíclic de cinc membres que conté un àtom d'oxigen i un de nitrogen. La 2-etil-2-oxazolina (EtOx) és una oxazolina que s'utilitza particularment com a monòmer per a la polimerització d'obertura catiònica de la poli 2-alkyloxazolina. Aquest tipus de polímers s'estan investigant com a materials fàcilment solubles en aigua i biocompatibles per a aplicacions biomèdiques.

<sup>3</sup> Les diferències de pes molecular dels diferents Aquazol® venen determinades per la llargada de les cadenes de l'homopolímer. Així doncs, a l'Aquazol® 5 li correspon un pes molecular de 5.000 g/mol i a l'Aquazol® 500, que és el de major pes molecular, 500.000 g/mol. Aquest paràmetre afecta bàsicament a la viscositat del producte.

<sup>4</sup> DUERBECK, D. "Poly (2-Ethyl-2-Oxazoline)...", p. 514.

<sup>5</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), núm. 23, p. 425-433.

[Portada] (Fotografia: Glòria Palomares).

[1] Diferents representacions de la molècula d'Aquazol® (Esquema: Glòria Palomares).

$\delta$ (solubility parameter)	Solvent	Solubility
7.0	n-pentane	P
7.4	diethyl ether	P
7.8	diisobutyl ketone	p
8.5	n-butyl acetate	P
8.9	toluene	P
9.3	perchloroethylene	P
9.3	dibutyl phthalate	P
9.3	chloroform	s
9.3	methyl ethyl ketone	s
9.5	ethylhexanol	s
9.6	methyl acetate	s
9.7	methylene chloride	s
9.9	acetone	s
10.0	dioxane	s
11.9	acetonitrile	s
12.7	nitromethane	s
12.7	ethanol	s
13.3	propylene carbonate	s
14.4	methanol	s
23.4	water	s

p = solubility of 2% or less by weight  
s = solubility of 25% or more by weight  
(from Chiu, Thill, and Fairchok 1986)

2

[2] Taula de solubilitat de la poli(2-etil-2-oxazolina) (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), núm. 23, p. 425-433).

l'etanol, l'isopropanol i l'aigua, entre els més habituals. També es va comprovar que era miscible amb una gran quantitat de materials polimèrics, augmentant la seva capacitat adhesiva damunt de múltiples substrats. Les seves característiques, alhora, el feien atractiu per ser usat com a alternativa a altres adhesius vinílics i acrílics.

Però abans de confirmar les seves possibilitats calia respondre algunes qüestions per determinar el seu bon ús: Quin és el seu envelliment? Es manté estable a la llum o s'altera i s'esgrogueeix? Amb el pas del temps es reticula i/o es despolimeritza? Manté la seva solubilitat i reversibilitat? És de fàcil aplicació? Amb l'envelliment apareixen variacions en el seu pes molecular? Hi

<sup>7</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>8</sup> La gelatina tipus B és una cola d'origen animal formada per un polímer proteic albuminoide. S'obté industrialment per hidròlisi del col·lagen de pells d'animals. Es pot trobar sota altres noms com ara: Gelatina, Gelfoam o Puragel.

ha diferències de comportament segons el seu pes molecular? A través de diferents anàlises i assajos realitzats amb mostres d'Aquazol® 50 i 500, tots aquests dubtes es van aclarir en gran manera.

Per concloure l'estudi es van posar en pràctica els resultats provant el material com a consolidant en tres obres diferents. A través d'aquestes actuacions es van fer tangibles les conclusions i es comprovà la seva veracitat. Després dels tractaments experimentals, així com amb les dades obtingudes amb l'estudi previ, es va confirmar l'estabilitat tèrmica del polímer i s'observà que aquest podia tendir més aviat a la despolimerització<sup>6</sup> que a la reticulació després de l'envelliment. Alhora, es va determinar que aquesta resina sintètica conservava unes millors condicions per a la reversibilitat que altres materials anàlegs.

Pel que fa al seu ús com a adhesiu, tot i que aparentment semblava dèbil, mantenia molt millor la seva plasticitat en HR baixes, comparat amb altres adhesius tradicionals que es tornen fràgils i trencadissos. En darrer terme, també van destacar altres característiques que el feien òptim per al seu ús, com són la no toxicitat, així com també el fet que és incolor, inodor i biodegradable.

A partir d'aquests primers estudis, podem trobar en la bibliografia especialitzada l'ús de l'Aquazol® no només com a consolidant, sinó formant part d'altres processos de conservació i restauració. En aquest camp cal remarcar la tesi de M. Teresa Pastor Valls<sup>7</sup> que, l'any 2013, feia un estudi comparatiu de diferents polímers emprats en les intervencions d'adhesió i fixació de la capa pictòrica en pintura contemporània, entre els quals hi trobem l'Aquazol® 50, 200 i 500. Així mateix, destaca el seu ús en el Departament de Conservació d'Art Contemporani de l'Institut Valencià de Conservació i Restauració (IVC+R) per al tractament de superfícies pictòriques complexes, gràcies al fet que té la possibilitat de solubilitzar-se en un rang molt ampli de solvents, així com la idoneïtat del seu ús com a aglutinant per a estucs i reintegracions.

Quan descriu les seves propietats, M. Teresa Pastor Valls apunta que es tracta d'un adhesiu dèbil, però, tot i així, resulta millor que el Klucel® G, i que la força adhesiva disminueix amb un pes molecular inferior.

Entre els desavantatges del producte, hi destaca la seva higroscopicitat, que pot afectar la seva estabilitat en ambients no controlats, sobretot amb una humitat superior al 85%. Tot i així, tal i com s'exposa, fins a arribar a aquestes condicions aquest material és molt més estable que d'altres, els quals es veuen molt més afectats amb les oscil·lacions de T i HR, com el JunFunori, la gelatina tipus B<sup>8</sup> o la cola d'esturió.

<sup>6</sup> Segons es descriu a l'article: 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), núm. 1-3, p. 8, el fet que la PEOX tendeixi a despolimeritzar-se i no a reticular-se afavoreix que es mantingui soluble i reversible, tot i que el producte envellixi, ja que la reticulació és un procés que causa la davallada de la solubilitat i provoca canvis en les propietats tèrmiques dels materials; en canvi, la despolimerització produeix canvis en les propietats estructurals i òptiques dels materials, però conservant la solubilitat inicial.

Altres autors, com Julie Arslanoglu,<sup>9</sup> han fet també recerca sobre aquest producte. L'any 2004 publicava a la *WAAC Newsletter*<sup>10</sup> un article on recollia les opinions de diversos conservadors<sup>11</sup> respecte l'Aquazol® i els seus usos en la conservació i restauració de béns culturals. L'avaluació del material es classificava en funció de l'ús que se'n feia, ja que un material, com ara un adhesiu, es pot aplicar de diverses maneres i per a diferents processos de conservació i restauració, si es té en compte que les seves propietats poden ser explotades en funció de les necessitats de la peça i de l'ús que se'n vulgui fer.

No és el mateix parlar d'un adhesiu com a consolidant que com a fixatiu o com a aglutinant, ja que, tot i tractant-se d'un mateix material, cada terme serà l'adequat en cada una de les diferents intervencions que es poden realitzar. Cal diferenciar, quan es parla d'intervencions del suport, d'estrats pictòrics o de superfície. Si es parla d'intervencions del suport es definirà l'adhesiu com un material consolidant; en canvi, si es volen explicar les actuacions damunt d'estrats pictòrics, es parlarà de fixació de la policromia. Tot i que en alguns dels estudis consultats defineixen l'Aquazol® com a material consolidant indistintament a les seves aplicacions, en aquest article s'ha volgut fer aquesta distinció.

A partir de l'article de Julie Arslanoglu, seguidament s'analitza l'Aquazol® i les seves característiques en funció de l'ús que se li vulgui donar.

### L'AQUAZOL® COM A CONSOLIDANT

Si entenem com a adhesió la unió de dues parts trencades d'un objecte, considerarem, doncs, que els fragments són més grans que les escates que poden aparèixer a la superfície pictòrica, així com la pulverulència i altres defectes típics d'aquests estrats. Per tant, la característica principal que prioritzarem en l'ús de l'Aquazol® com a consolidant serà la seva força i resistència en els enllaços moleculars, deixant en segon pla les característiques de penetració, humectació o la contracció del material.

En aquest sentit, els restauradors consultats en l'estudi mencionat anteriorment<sup>12</sup> optaven majorment per l'Aquazol® 500 a causa de la seva major força adhesiva, la seva viscositat i la capacitat d'omplir buits sense massa contracció. També descriuen com una bona pràctica habitual l'aplicació de l'Aquazol® 200 per tal d'assegurar una bona penetració en els estrats o zones a adherir i, posteriorment, aplicar una solució d'Aquazol® 500 per assegurar l'adhesió.

En les comparatives de l'ús de l'Aquazol® en relació amb d'altres adhesius, es feia referència al fet que aquest polímer s'havia utilitzat, també, en adhesions de materials molt diversos. Es posava com a exemple l'ivori, material

molt sensible a la humitat, i es destacava que l'Aquazol® era el material que aportava menys gruix a les unions de les zones adherides. També explicaven la possibilitat d'interposar una capa protectora als trossets d'ivori abans d'aplicar la solució d'Aquazol® per aïllar-les de la higroscopicitat de l'adhesiu.

També es va provar exitosament l'adhesió amb Aquazol® en un bust de resina de polièster, amb millors resultats que d'altres adhesius com el PVA, la metilcel·lulosa o el Klucel®. Així mateix, en fragments de daurats a l'aigua, la fórmula d'Aquazol® 50 diluït en acetona va resultar molt positiva.

En el mateix article, tanmateix, l'autora aprofundeix més exhaustivament en l'ús de l'Aquazol® com a adhesiu damunt de materials molt diversos, com per exemple en lacats, superfícies arquitectòniques brutes, mobles amb incrustacions de diversos materials, etc.

En d'altres estudis, com els realitzats per Vanessa Muros,<sup>13</sup> s'estudien les propietats de l'Aquazol® com a consolidant en materials arqueològics i la seva preocupació se centra, com en la majoria dels casos, en la seva reactivitat en HR altes. L'autora, tenint en compte els estudis realitzats per Thomas Chiu, el *Getty Conservation Institute* i Arslanoglu, determina que l'ús d'aquest material no és oportú en zones arqueològiques amb condicions variables i no controlades, ja que s'ha de tenir en compte que a més de 85% d'HR el material gelifica i, per tant, no suportaria el pes de les peces a unir, posant en perill l'estabilitat de la peça o monument.

### L'AQUAZOL® COM A FIXATIU D'ESTRATS PICTÒRICS

A l'article publicat per Julie Arslanoglu<sup>14</sup> s'indicava que les característiques primordials a tenir en compte quan s'usava l'Aquazol® com a fixatiu eren el seu poder penetrant, seguit de la força de la seva adhesió i, posteriorment, la seva aparença superficial (saturació i brillantor), sense oblidar la seva reversibilitat. Per tant, el gruix de la pintura o la naturalesa del material constituïu sovint dicta la força necessària i, en conseqüència, el pes molecular requerit.

L'Aquazol® 200 generalment se seleccionava perquè es creia que el pes molecular mitjà tindria una suficient penetració i força d'unió. En canvi, l'Aquazol® 50 es considerava que formava un enllaç massa feble per tenir èxit com a fixatiu, mentre que l'Aquazol® 500 mostrava

<sup>9</sup> Julie Arslanoglu és investigadora del Departament d'Investigació Científica del *Metropolitan Museum of Art* (The Met) des de l'any 2006. Va obtenir una llicenciatura en Química a la Universitat de Michigan abans de completar els seus estudis de postgrau en Química Orgànica a la Universitat Estatal de Pennsilvània, Departament de Química.

<sup>10</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used in conservation practice". *WAAC Newsletter*. Vol. 26 (2004), núm. 1, p. 10-15.

<sup>11</sup> Els conservadors-restauradors consultats foren: Charlotte Ameringer (pintura: SFMFA, San Francisco), Jim Bernstein (pintura: privat, San Francisco), Susanne Friend (pintura/objectes: ConservArt, Los Angeles), Amanda Hunter-Johnson (document gràfic: *Conservation Center for Art and Historic Artifacts*, Philadelphia), Daria Keenhan (document gràfic: privat, New York), Mark Lewis (pintura: *St. Louis Museum of Art*, St. Louis), Odile Madden (objectes: privat, Los Angeles), Catherine Magee (objectes: *National Museum of American History*, Washington DC), Alexis Miller (pintura: *Balboa Art Conservation Center*, San Diego), Linda Nievenhousen (objectes: Give-me-a-break Conservation Studio, NYU Conservation Center, New York), Rob Proctor (pintura: privat, Houston), Alina Remba (pintura: privat, SFMOMA, San Francisco), Chris Shelton (moble: Chris Mussey and Associates, Boston), Chris Stavroudis (pintura: privat, Los Angeles), Christine Thomson (moble: Chris Mussey and Associates, Boston), Donna Williams (objectes: Williams Conservation, Los Angeles), Richard Wolbers (pintura: *Wintherthur Museum / University of Delaware*) i Anita Zabala (pintura: privat, Los Angeles).

<sup>12</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used ...", p. 10-15.

<sup>13</sup> MURRO, V. "Investigation into the Use of Aquazol as an Adhesive on Archaeological Sites". *WAAC Newsletter*. Vol. 34 (2012), núm. 1, p. 9-11.

<sup>14</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used...", p. 10.

dificultat per penetrar per les esquerdes o clivelles. Tot i així, molts restauradors afirmaven que sovint usaven Aquazol® 50 com a substitut a la cola d'esturió, ja que evitaven els efectes de la contracció de la cola orgànica obtenint el mateix resultat. Altres utilitzaven una dissolució d'Aquazol® 500 quan el que calia era fixar pintura amb gruixos considerables, a causa que necessitaven justament més força adhesiva per mantenir la cohesió dels estrats; el mètode que seguien era realitzar múltiples aplicacions de la solució diluïda per tal d'obtenir una bona penetració i força adhesiva.

A l'hora d'escollir el dissolvent, l'elecció depenia de la sensibilitat de la superfície. Tot i que les proporcions recomanades oscil·len entre el 5 i el 10% de pes/volum, els restauradors sovint usaven concentracions fins al 20%. Els dissolvents més usats eren l'aigua, l'etanol i l'isopropanol. Els dissolvents orgànics proporcionaven menys tensió superficial, mullaven millor i permetien una bona penetració. En els alcohols s'observava una ràpida evaporació que provocava una certa plastificació a la superfície.

En superfícies de pintura a l'oli era més efectiva la solució d'Aquazol® amb alcohol que amb aigua, a causa, segurament, de la tensió superficial dels materials. També recomanaven afegir una petita quantitat d'alcohol a la solució aquosa per tal de millorar-ne la penetració. Alguns restauradors aconsellaven l'aplicació d'una solució d'aigua i alcohol (1:1) damunt de la superfície a fixar, deixant que s'assequés una mica abans de l'aplicació d'una solució d'Aquazol®, amb la finalitat de reduir la tensió superficial de la zona i facilitar la penetració de l'adhesiu.

En algunes ocasions descrivien la utilització de solucions d'Aquazol® 50 en alcohol per tal de fixar superfícies pulverulentes o amb escates i evitar canvis en l'aparença superficial de l'estrat. Per a altres processos, com la fixació d'esquerdes en pintura de guaix, descrivien l'ús de mescles d'Aquazol® en dissolvents, com per exemple la mescla d'Aquazol® 200 i 500 (1:1) dissolt al 10-20% en aigua i etanol (1:1).

Altres conservadors van exposar l'ús de dissolvents a base d'hidrocarburs, com ara el ShellSol® 135 o naftalè, per retardar l'assecatge de l'adhesiu i poder treballar més còmodament a l'hora de fixar els fragments.

Pel que fa als mètodes d'aplicació, també feien una descripció variada: es podia aplicar amb nebulitzador ultrasònic en solucions molt diluïdes, però també empraven el material amb pinzell o xeringa damunt una taula de succió per facilitar la penetració i, alhora, afavorir la correcció de les deformacions de la tela del suport.

En superfícies molt delicades i pulverulentes especificaven l'opció d'usar una pistola d'aspersió amb Aquazol® 500 a l'1,5% en aigua, amb addició d'una petita quantitat d'etanol. Aquest mètode el van utilitzar per fixar la pintura mural d'una casa històrica on les condicions ambientals no estaven controlades. L'operació la van repetir fins a obtenir una bona cohesió, aplicant també calor amb una espàtula damunt de la superfície.<sup>15</sup> Al cap d'un any van veure que la fixació es mantenia estable i sense degradacions.

En relació a la seva eliminació, els conservadors indicaven com un punt fort el fet que l'Aquazol® sigui soluble en un dissolvent i reversible amb un altre. La majoria, però, el retiraven amb el mateix amb que l'havien dissolt, o amb mescles d'alcohols o d'alcohol i aigua. Alguns conservadors apuntaven que apareixien aurèoles si es retirava amb acetona. La majoria de restauradors opinaven que es retirava més fàcilment que el Beva® 371<sup>16</sup> però que el procés podia esdevenir més lent.

Un altre factor que destacava l'autora en aquest article és la retractabilitat de l'Aquazol®, en el cas que el seu ús hagi sigut insatisfactori, ja que no impedeix l'ús d'un altre material, i feia al·lusió que en el passat només els adhesius a base de proteïnes eren els que tenien aquesta propietat.

Altrament, com a contrapartida, els restauradors deien que els materials tradicionals com la cola d'esturió, la gelatina, la metilcel·lulosa, etc., eren materials coneguts, essent previsible la seva resposta al llarg del temps, a diferència de l'Aquazol® i d'altres materials sintètics. Tot i així, convenien que l'ús de l'Aquazol® en pintura acrílica era òptim per la similitud química dels seus components.

Com a fixatiu, un dels factors més preocupants era la sensibilitat en presència d'alta HR. Tanmateix, Arslanoglu, en un estudi de l'any 2003,<sup>17</sup> exposava les proves realitzades amb aquest material (amb els seus diferents pesos moleculars) aplicat en diverses concentracions amb diversos dissolvents, i sotmetia les provetes a diferents HR per observar el seu comportament. També aplicava solucions d'Aquazol® damunt de capes pictòriques i determinava la seva reacció davant d'HR elevades. A les conclusions, coincidint amb el *Getty Conservation Institute*, exposava que hi ha evidències que la presència de ions metàl·lics en els pigments que conformen la pintura redueix la resposta del material a les altes HR, ja que es creen ponts dins i entre les cadenes polimèriques, formant grans xarxes complexes. Aquesta interacció dels materials és, doncs, un avantatge a tenir en compte en el seu ús, atès que el fan més resistent tot i patir humitats elevades.

Així mateix, es comprovà que la presència d'un percentatge d'alcohol en la solució disminuïa la higroscopicitat de la

<sup>15</sup> L'Aquazol® és un adhesiu termoplàstic i termoestable. Es pot remoure amb calor fins i tot després que s'hagi assecat completament.

<sup>16</sup> El Beva® 371 és un adhesiu molt difícil de retirar, ja que és necessària l'aplicació de dissolvents durant força temps, i és més tòxic.

<sup>17</sup> ARSLANOGLU, J. "Evaluation of the Use of Aquazol as an Adhesive in Paintings Conservation". *WAAC Newsletter*. Vol. 25 (2003), núm. 2, p. 12-18.



resina. Els resultats van mostrar que l'Aquazol®, comparat amb d'altres adhesius, no patia contracció i es mantenia flexible i elàstic, tot i que la cola d'esturió va obtenir els millors resultats d'adherència.

En relació a la fixació de superfícies pictòriques amb degradacions, com són les escates i les butllofes, i emmarcat dins l'ICOM-CC Triennial Conference a Lisboa, hi ha una publicació de l'any 2011<sup>18</sup> en què s'exposa la problemàtica per fixar dues pintures vietnamites mats que havien patit fortament la contaminació, les altes temperatures i les humitats d'una ciutat com Hanoi, ja que havien estat emmagatzemades en nefastes condicions (per tal de ser protegides dels bombardejos ocorreguts durant la guerra del Vietnam). Aquestes pintures, que formen part de la *Witness Collection of Vietnamese Modern and Contemporary Art* de Kuala Lumpur, presentaven un greu estat de degradació en forma de superfície plena de butllofes i escates, així com brutícia acumulada i deformacions dels suports. A l'article es descriu com, després de realitzar diverses proves

amb fixatius aquosos com el JunFunori, el Jade403N i altres adhesius a base de solvents com ara el Klucel® G, Mowilith® 30, EVA, Plexisol®, Paraloid® B-44 y B-72, es va determinar que l'únic fixatiu adequat era l'Aquazol® 200 dissolt en 2-propanol, ja que va fixar de forma segura la pintura sense cap efecte no desitjat. Com a resultat, es va aplicar una solució de 2,5% en relació pes per volum (p/v) d'Aquazol® 200 en 2-propanol amb una paletina damunt d'àrees localitzades de pintura amb escates. <sup>3</sup> i <sup>4</sup>

### L'AQUAZOL® COM A FIXATIU PER A DAURATS

Si ens aturem en l'ús de la poli(2-etil-2-oxazolina) en daurats a l'aigua, els restauradors consultats en l'estudi d'Arslanoglu elogiaven la possibilitat de diluir-lo amb aigua i etanol de manera que, posteriorment, es podia retirar l'excés de producte amb etanol sense afectar la capa de daurat.

Descriuen com a mètode rutinari la barreja de dos pesos moleculars diferents diluïts en aigua i etanol (1:1) per garantir i assegurar una bona adhesió de daurats. Per a

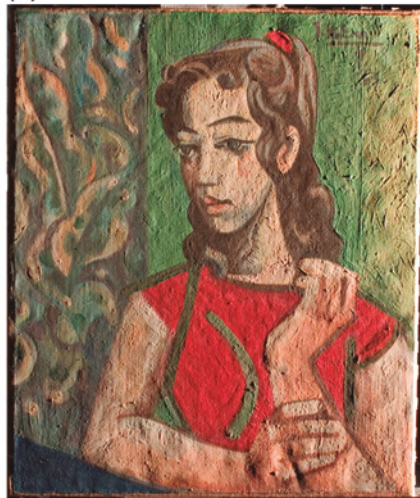
<sup>18</sup> EBERT, B; SINGER, B. W.; GRIMALDI, N. "Analysis and conservation treatment of Vietnamese paintings". *Journal of the Institute of Conservation*. Vol. 35 (2012), núm. 1, p. 62-76.

3

(a)



(b)



[3] Imatges d'abans i després del tractament amb Aquazol® de l'obra *Retrat d'una estudiant*, de Nguyễn Trọng Kiêm, 1963.

4

(a)



(b)



[4] Imatges de detall d'abans i després del tractament amb Aquazol® (Fotografies: ©Witness Collection).

<sup>19</sup> Per tal d'obtenir una forma concentrada d'Aquazol®, és a dir, amb una densitat de gel, només cal reduir el percentatge de dissolvent. El pes molecular de l'Aquazol® és el que marcarà aquesta densitat i, per tant, és més fàcil obtenir una fórmula concentrada amb Aquazol® 500.

<sup>20</sup> SHELTON, C. "The Use of Aquazol-Based Gilding Preparations". A: *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>21</sup> La concentració de volum de pigment (PVC) es defineix com la fracció volumètrica del pigment respecte al volum total del film de pintura. S'expressa amb l'equació:  $PVC = \frac{V_p}{V_p + V_r}$ , essent  $V_p$  = volum de pigment,  $V_r$  = volum de resina o aglutinant. El valor de PVC es pot expressar en % multiplicant per 100 l'expressió anterior.

<sup>22</sup> COLOMBO, A. [et al] "Highly Transparent Poly(2-ethyl-2-oxazoline)-TiO<sub>2</sub> ...", p. 3.

<sup>23</sup> El punt crític de concentració de volum de pigment es defineix com la concentració del volum de pigment en la que hi ha la suficient resina (aglutinant) per omplir els intersticis entre totes les partícules de pigment després de l'evaporació dels dissolvents i diluents; és a dir, que s'aconsegueix el CPVC quan tots els espais entre les partícules del pigment s'omplen amb aglutinant i la superfície del pigment queda absolutament amarada.

<sup>24</sup> COLOMBO, A. [et al] "Highly Transparent Poly(2-ethyl-2-oxazoline)-TiO<sub>2</sub> ...", p. 4.

<sup>25</sup> *Ibid.*

aquest tipus d'aplicacions s'utilitzaven concentracions del 20% d'una mescla de dos Aquazol® (200 i 500) per emprar com a gel.

En última instància, alguns restauradors determinaven que l'addició d'algun dissolvent alifàtic, com ara el naftalè en una solució amb alcohol, ajudava a allargar el temps de treball i, alhora, disminuir la polaritat de la solució.

Pel que fa al mètode d'aplicació, els procediments més usats eren la xeringa i el pinzell. Quan es tractava d'adherir dos fragments de gruix considerable, l'ús d'una forma concentrada<sup>19</sup> d'Aquazol® obtenia molt bona consideració enfront a altres productes com el Paraloid® B-72, el PVA o l'AYAS, ja que el seu mordent permetia un treball controlat, net i sense grumolls. La majoria de conservadors utilitzaven alcohol amb addició d'aigua per fer servir l'Aquazol® com a adhesiu (entre el 10 i el 50%).

Altres treballs també recullen l'ús de la PEOX en els daurats. Com a mostra val la pena posar l'atenció en un article de Chris Shelton,<sup>20</sup> conservador del *Museum of Fine Arts of Houston*, en el que estudia l'ús de l'Aquazol® per substituir el bol tradicional per a daurats a l'aigua, així com per incloure'l en els materials per a la preparació del gesso.

L'autor descriu els avantatges d'usar l'Aquazol®, ja que és un polímer soluble en un gran rang de solvents, tant polars com apolars. Aquest fet afavoreix les formes de treball; per exemple, es pot afegir alcohol i accelerar el seu assecatge. D'aquesta manera es pot treballar més ràpidament. Tot i així, l'autor feia èmfasi en l'anàlisi prèvia de la superfície per evitar sorpreses desagradables a l'hora d'escollir els dissolvents a aplicar.

També conclouia que, tenint en compte que els daurats són sempre superfícies delicades de conservar, la solubilitat i estabilitat de l'Aquazol® és un avantatge pel que fa a la reversibilitat. També destacaven la possibilitat de preparar el gesso amb Aquazol® i que aquest es podia mantenir mordent el temps necessari per fer el treball amb comoditat.

Per acabar, ressaltaven que la flexibilitat de la resina permetia obtenir una superfície brunyida igual que l'obtinguda amb materials tradicionals i deixaven oberta la possibilitat de continuar estudiant les característiques de l'Aquazol®, ja que, com deia l'autor, com més es coneixi, més i millor es podrà explotar aquest nou material.

<sup>26</sup> La transmittància es defineix com la fracció de llum incident, a una longitud d'ona específica, que passa a través d'una mostra en una unitat de temps. Equival a la transparència de la capa.

## L'AQUAZOL® COM A CAPA DE PROTECCIÓ

Una de les problemàtiques més importants quan es vol aplicar una capa de protecció damunt d'una superfície pictòrica és que el material afegit tingui una incidència física i òptica en els materials constitutius, és a dir, que en variï el seu aspecte fent aparèixer colors saturats o alterant-ne la brillantor. Com és sabut, la brillantor de les superfícies va en funció de la concentració de volum de pigment (*pigment volume concentration* o PVC)<sup>21</sup> en relació amb l'aglutinant; d'aquesta manera, una brillantor màxima s'aconsegueix quan la quantitat d'aglutinant és suficient per cobrir totes les partícules de pigment. Així, doncs, segons les tècniques i materials, les superfícies pictòriques poden tenir acabats brillants, setinats o mats.

La brillantor, alhora, depèn de l'índex de refracció de la superfície que, tenint en compte que la pintura és la suma de pigments i aglutinant (i per tant es tracta d'un material compost), seria la mitja ponderada en fracció de volum entre l'índex de refracció dels pigments i el seu lligant.<sup>22</sup>

La textura de la superfície és també un altre factor a tenir en compte, ja que influeix directament en la seva aparença. Generalment, les superfícies rugoses o aquelles en que se supera el punt crític de concentració de volum de pigment (CPVC),<sup>23</sup> són d'aparença mat. Així, doncs, aplicar un vernís en una superfície pot fer variar la seva PVC i, per tant, allisar la superfície fent que els colors apareguin més saturats i foscos.<sup>24</sup>

Així com per a altres usos de l'Aquazol® s'ha trobat força bibliografia i assaigs amb aquest polímer, quan es vol analitzar les seves propietats com a capa de protecció, la informació és molt més escassa; per tant, es dedueix que no és un material massa emprat com a vernís per a superfícies pictòriques. Tot i així, hi ha un estudi de René de la Rie presentat a la *RSC Advances Journal de la Royal Society of Chemistry* de l'any 2013,<sup>25</sup> en què s'estudia la possibilitat d'usar la poli(2-etil-2-oxazolina) amb addició de nanopartícules de diòxid de titani (TiO<sub>2</sub>) com a capa de recobriments de pintures mat. El propòsit de l'article és recollir l'anàlisi realitzada amb aquests materials a diferents concentracions i demostrar la seva utilitat, ja que les superfícies en les quals s'aplicaren mantenien el seu aspecte i propietats òptiques, obrint una via de nous materials. Segons exposen els autors, les nanopartícules de TiO<sub>2</sub> tenen una alta transparència en el rang visible i un alt índex de refracció i, afegides a una matriu polimèrica, en aquest cas la PEOX, tenen la propietat d'esdevenir una bona protecció i mantenir invariables òpticament els colors. Tot i així, s'apunta que, amb les mesures preses, s'observava una pèrdua de la transmittància<sup>26</sup> i conclouien que era causada per la presència de les nanopartícules de TiO<sub>2</sub>.



L'estudi, doncs, el deixaven obert a seguir investigant i millorant les possibilitats de l'ús de nanopartícules per a recobriments de pintures mats. Tot i així, fan èmfasi en la gran estabilitat i propietats de la PEOX, que actuava, també, de barrera antimicrobiana.

## L'AQUAZOL® COM A CAPA DE PROTECCIÓ TEMPORAL

Per altra banda, en els darrers anys s'han publicat estudis<sup>27</sup> sobre l'ús d'aquest polímer, entre d'altres, per a la protecció temporal de superfícies pictòriques. **VIDEO 1** Actualment, els empaperats de protecció temporals estan cenyint, majorment, a la realització d'intervencions en el suport de l'obra; en les quals es fa imprescindible la seva aplicació a causa de les degradacions i fragilitat presents en la pel·lícula pictòrica. Poden ser exemple la retirada d'entelats i/o eliminació de substàncies del revers fortament adherides, com ara les impregnacions a la *gacha*, amb cera-resina o restes de coles aplicades en restauracions anteriors amb la finalitat de reforçar el suport malmès de tela.

A les jornades tècniques organitzades per ACYRA,<sup>28</sup> l'any 2019, la restauradora Enrica Boschetti va realitzar una conferència i posterior *workshop* al *Museo de Zaragoza*, en el qual explicava el mètode emprat, els materials i les proporcions per a la realització de pedaços de paper japonès impregnats d'Aquazol® 500 aplicat de manera indirecta, és a dir, prèviament preparats i reactivats posteriorment durant l'aplicació. **5 - 8**

El principi fonamental de la metodologia proposada és aplicar un material de protecció per l'anvers que tingui una polaritat contrària a la naturalesa del material a retirar del revers. D'aquesta manera s'evita la interacció dels materials durant la intervenció. Així, doncs, quan es vol procedir a l'eliminació de substàncies apolars dels reversos, com poden ser la cera-resina o polímers miscibles en hidrocarburs, un dels materials proposats és l'Aquazol® 500, juntament amb d'altres com el Klucel® F, la Tylose® MH300, el Gelvatol® o la cola proteica.

L'elecció de l'Aquazol® 500, és a dir, el de major pes molecular, respon a l'objectiu d'assegurar que el material quedi en superfície, cenyint-se a una intervenció temporal de protecció, i evitar que la seva penetració el converteixi en un innecessari material fixatiu. **9** També van destacar la seva fàcil reversibilitat i absència de residus en els estrats pictòrics.

## L'AQUAZOL® COM A AGLUTINANT PER A ESTUC

Un altre ús que s'està introduint amb força en les pràctiques de conservació és l'Aquazol® com a aglutinant per a estucs. Quan es parla d'un material de reompliment sobre suport tèxtil s'han de tenir en compte algunes característiques. En primer lloc, s'ha de garantir la compatibilitat amb els materials constitutius de l'obra, que el producte afegit segueixi la inèrcia i els moviments dels materials subjacents i contigus i que mantingui una bona elasticitat i plasticitat durant i després de l'aplicació, és a dir, que un cop sec no s'endureixi desmesuradament. Altres característiques a tenir en compte són el percentatge de contracció després del seu assecatge, la facilitat de ser atacat per microorganismes, així com la seva reversibilitat. També cal que permeti el treball de la superfície i faciliti la reintegració cromàtica.

Els estucs estan compostos, bàsicament, per un aglutinant i una càrrega inerta. Tradicionalment, les coles animals han sigut la base de l'aglutinant, però actualment hi ha d'altres materials comercials com són el Blumestucco®, l'Aguaplast®, la Polyfilla®, el BEVA® Gesso, etc., que estan compostos per càrregues inerts i aglutinants sintètics, la composició dels quals és difícil de saber perquè es troben sota patent.

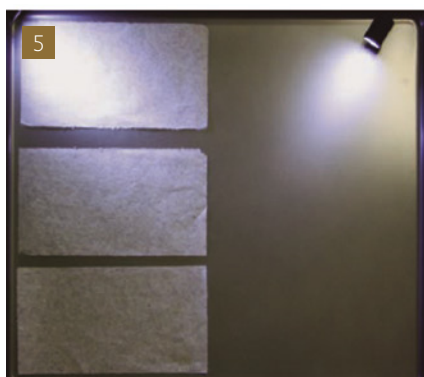
A la revista italiana de recerca *Kermes*<sup>29</sup> apareixia el desembre de l'any 2012 un article en què s'exposava l'estudi comparatiu d'un estuc tradicional (cola de conill i sulfat càlcic) amb estucs comercials actuals i d'altres amb base polimèrica com la poli(2-etil-2-oxazolina). Els estucs estudiats foren el gesso, el Modostuc®, el Balsite®,

<sup>27</sup> TORTATO, C.; BOSCHETTI, E. "Innovative techniques for treating the reverse of paintings: gel systems and Aquazol 500 pre-impregnated facing pads". A: 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>28</sup> ACYRA és l'associació d'alumnes i ex-alumnes de l'*Escuela Superior de Conservación-Restauración de Bienes Culturales de Aragón*.

<sup>29</sup> BORGIOI, L.; DE LUCA, D.; SABATINI, L.; VITI, V. "Manufatti dipinti su supporto tessile. Reintegrazione delle lacune. Proposta di materiali alternativi". *Kermes* (2012), núm. 88, p. 42-54.

[5] Procés de preparació de l'empaperat de protecció temporal amb Aquazol® (Fotografies: Enrica Boschetti).



# Unicum

Pintura

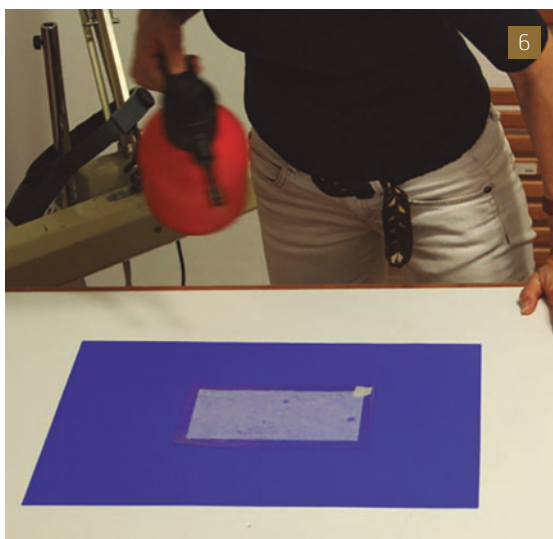
la Polyfilla®, el BEVA® Gesso i l'Aquazol®. La finalitat del treball era analitzar les característiques de l'estuc tradicional i buscar materials alternatius que complissin amb els mateixos requisits, entenent que el gesso<sup>30</sup> és l'estuc tradicional per excel·lència i que són les seves propietats les que marquen la pauta d'un bon material de reompliment.

<sup>30</sup> Estuc realitzat a base de cola orgànica d'origen animal (cola de conill) i una càrrega inerta, generalment sulfat de calci dihidratat (guix de Bolonya). També s'hi poden afegir altres additius, com ara pigments, per obtenir un acabat determinat.

Els autors, però, afirmen que la contracció, la manca de resistència mecànica i la rigidesa de l'estuc tradicional poden ser la causa de problemes. Posen d'exemple obres de gran format en les quals s'hagi de procedir al seu enrotllat, ja que poden aparèixer fissures, entre els defectes més lleus, tenint en compte les tensions que ha

de suportar el material a causa de les seves dimensions. També destaquen que, en ambients d'humitat relativa elevada i condicions termohigromètriques no controlades, la cola proteica pot ser atacada per microorganismes i, en canvi, en condicions de baixa humitat, l'estuc pot patir degradacions per ressecament i, com a conseqüència, desprendre's del suport.

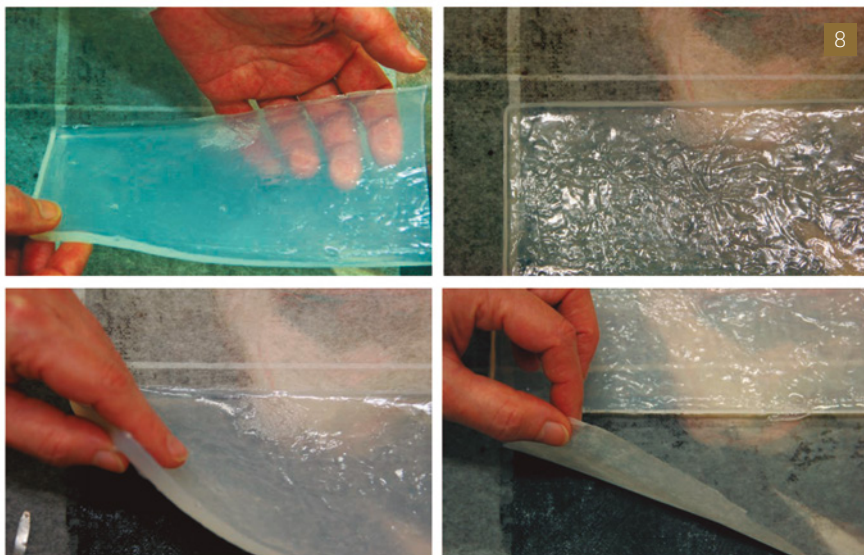
Tal com s'explica en l'article, l'Aquazol® és un material que ofereix resistència a la contracció i, ja que es poden combinar Aquazol® de diferents pesos moleculars, es pot adaptar la composició de l'estuc en funció de la porositat de l'objecte, del seu estat de conservació i de l'efecte que es vulgui obtenir. Les propietats del producte permeten



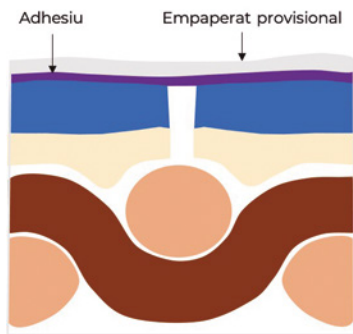
[6] Activació amb nebulitzador del pedaç d'Aquazol®.

[7] Aplicació de l'empaperat de protecció realitzat amb paper japonès i una solució d'Aquazol®.

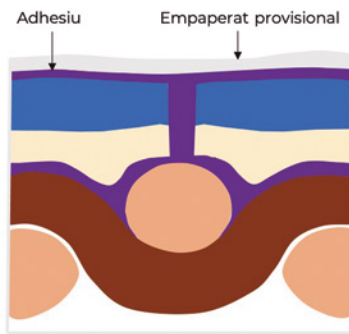
[8] Procés d'eliminació de la capa protecció temporal a base d'Aquazol® (Fotografies: Enrica Boschetti).



### Capa de protecció temporal



### Capa de protecció temporal + Fixació dels estrats pictòrics



[9] Representació de l'acció de l'adhesiu damunt els estrats pictòrics (Esquema: Glòria Palomares).

utilitzar-lo com a substitut dels adhesius a base d'aigua més coneguts, com les emulsions acríliques i viníliques, tot i que dins d'aquestes emulsions, sovint, hi ha additius ocults afegits que no han estat declarats pels productors, com ara tensioactius, emulsionants, etc.

Leonardo Borgioli afirma, però, que cal vigilar el seu ús en condicions de HR elevades atès que pot perdre el seu poder adhesiu i consolidant. A les conclusions exposa que l'Aquazol® 200 al 10% en aigua amb addició de sulfat càlcic és, sens dubte, un molt bon substitut del gesso tradicional, vist que ofereix, fins i tot, millors prestacions pel que fa a retracció, flexibilitat i resistència microbiana.

En la realització de proves d'enrotllat de la tela de suport amb mostres d'estuc en cilindres, es va confirmar la fragilitat extrema de l'estuc tradicional, ja que van aparèixer a la superfície esquerdes de grans dimensions. El mateix tipus de degradació es va trobar en els estucs realitzats amb Modostuc®, mentre que les mostres realitzades amb Aquazol® 200 al 10 i al 15% van presentar una excel·lent resistència mecànica, tot i la formació d'esquerdes microscòpiques que, no obstant això, no van afectar la cohesió ni l'aparença. A la resta de materials testats no es van percebre alteracions.

Per verificar encara més l'elasticitat dels materials, el llenç que contenia les mostres es va muntar en un marc provisional i es va col·locar sota una tensió progressiva fins al trencament. Els estucs realitzats amb cola orgànica i amb Modostuc® van mostrar una resistència a la tracció molt baixa, amb una formació evident de fractures al llarg del gruix de la capa i el trencament dels materials. En canvi, les proves realitzades en els estucs amb Aquazol® van mostrar que les millors garanties de resistència es trobaven en l'estuc d'Aquazol® 200 diluït al 10% en aigua. Per contra, el d'Aquazol® 200 al 15% i el d'Aquazol® 500 van conduir a la formació d'esquerdes evidents. Les mostres amb Polyfilla®, BEVA® Gesso i Balsite® no van patir

deformacions ni trencaments, resultant extremadament elàstiques i resistents.

Pel que fa a la reversibilitat dels productes, l'eliminació completa dels estucs basats en cola animal i Modostuc® fou fàcil d'obtenir per mitjans mecànics o solvents com l'aigua. No obstant això, el producte Modostuc® deixava una aurèola blanquinosa al llenç i fragments de material a la trama. D'altra banda, els estucs d'Aquazol® es van poder retirar de forma exitosa, tant mecànicament com amb dissolvents polars com l'alcohol etílic, encara que l'eliminació de l'Aquazol® 500 al 15% fou la més difícil. La retirada dels estucs realitzats amb els altres materials testats no va ser satisfactòria, tant pel que fa als residus com pel temps i mètodes necessaris per fer-ho.

També es va avaluar la colonització i el desenvolupament de microorganismes mitjançant diferents proves d'inoculació i cultius. Els resultats foren que el creixement de fongs era més ràpid (aproximadament dues setmanes) en el Balsite® i després a l'estuc de cola animal. Pel que fa a la seva grandària, es van observar traces de creixement (<10%) en el Modostuc®, mentre que es va detectar un creixement moderat (10-30%) en l'Aquazol®, el BEVA® Gesso i la Polyfilla®. Aquestes dades estan relacionades, segons s'explica a l'informe, amb la presència de biocides a les formulacions o d'additius no utilitzables pels microorganismes com a nutrients. El major creixement (30-60%) va resultar amb la cola animal.

En aquest estudi també es van incloure proves de reintegració cromàtica damunt dels estucs testats. Els materials de reompliment que van obtenir millors resultats per a la reintegració cromàtica foren el Balsite® i els estucs a base d'Aquazol® 200 (al 10 i al 15% en aigua). En canvi, en l'estuc a base d'Aquazol® 500 al 10 i 15% en aigua s'observà una lenta absorció de la pintura.

En darrer lloc, amb el conjunt de proves realitzades es



va concloure que els estucs a base d'Aquazol® resulten extremadament resistents, fàcils de revertir, no estan subjectes a la contracció dimensional i són fàcils de treballar, fins i tot en temps bastant curts. Malgrat això, recomanaven la necessitat d'aplicar una capa de protecció per evitar la tendència del material a absorbir aigua en presència de taxes elevades d'humitat. El millor rendiment el van trobar en el producte Aquazol® 200 diluït al 10% en aigua amb addició de guix de Bolonya, i el van considerar un substitut ecològic excel·lent de la cola animal.

Seguint en l'ús de l'Aquazol® com a aglutinant per a estucs, ja s'ha mencionat que l'Aquazol® va ser usat com a material per a la reintegració matèrica amb resultats exitosos en la restauració de les pintures vietnambes de la *Witness Collection of Vietnamese Modern and Contemporary Art* de Kuala Lumpur. Primerament, aquestes pintures havien estat fixades amb una solució d'Aquazol® 200 i, posteriorment, s'havia usat Aquazol® 500 al 10% en isopropanol com a aglutinant per fabricar estuc. Finalment, es va utilitzar Aquazol® 200 al 20% en isopropanol per obtenir l'aglutinant per al retoc cromàtic. Aquest procediment empra el criteri d'aplicar la mínima varietat de materials possibles damunt d'una obra per tal de respectar al màxim la seva composició i evitar, així, fer complexa la constitució dels estrats.

Per concloure aquest apartat, s'ha de dir que hi ha d'altres estudis realitzats per Laura Fuster i Marion Mecklenburg,<sup>31</sup> entre els més destacats de la bibliografia especialitzada, que afirmen que la cola de conill és, amb molta diferència, el millor aglutinant per a la realització d'estucs i que se'n coneix la seva resposta al llarg del temps.

### L'AQUAZOL® COM A AGLUTINANT PER A PIGMENTS

L'autoproducció de materials de retoc no és només una solució alternativa, sinó que és una pràctica recomanada. A través d'una selecció precisa de gomes o resines utilitzades com a aglutinants i pigments estables és possible obtenir colors d'alta qualitat, controlant, alhora, els materials que els formen, atès que dels elaborats comercialment sovint se'n desconeixen els components a causa de la producció sota patent i, per tant, el restaurador no en pot garantir la seva estabilitat enfront a l'envelliment dels materials. Amb la fabricació pròpia dels colors també és factible calibrar els components per aconseguir efectes particulars, creant solucions específiques per a cada peça. Els materials usats com a aglutinant poden ser molt variats, des dels materials tradicionals fins a arribar a nous polímers sintètics experimentals. Per bé que és necessari familiaritzar-se amb les propietats de treball d'aquests nous materials i valorar-ne la seva eficàcia en cada cas particular.

A l'article de Julie Arslanoglu<sup>32</sup> es recullen les sensacions dels restauradors que usaven l'Aquazol® com a aglutinant per a pintura. Tots coincidien en descriure'l com un material semblant al guaix, pel que fa a propietats plàstiques i d'opacitat, i amb la textura i la consistència de la pintura a l'oli. En general, els conservadors optaven per usar un Aquazol® de pes molecular baix (50 o 200) pel fet que deien que mullava millor que el de 500. Això no obstant, també deien que sovint mesclaven Aquazol® de pesos diferents per aconseguir efectes tipus guaix o esmalt. Tots coincidien a dir que és reversible i menys higroscòpic que la goma aràbiga i també recomanaven l'aplicació posterior d'un vernís com a protecció (Paraloid® B-72 al 7% o d'altres).<sup>33</sup>

Julie Arslanoglu explica com l'Aquazol® fou usat satisfactòriament en pintures acríliques sense que es mesclés amb la pintura original. També havien aplicat Aquazol® 50 amb una proporció 80:20 (etanol:aigua) i pigments en pols, aplicats amb nebulitzador en una pintura al guaix en un àrea en què aquesta presentava una aparença polsegosa (com de pastel).

Així i tot, com a defecte principal d'aquest material, els restauradors coincidien en valorar la brillantor de la resina com un problema a resoldre. També destacaven la seva reactivitat en front a la humitat, tot i que aportaven la solució d'afegir algun solvent a base d'hidrocarburs per evitar aquests efectes.

Pel que fa a la seva reactivitat en condicions d'alta humitat, s'ha observat que la presència de ions metàl·lics (com ara pigments en pols o en pintures pulverulentes) pot fer disminuir la seva resposta davant dels canvis higromètrics. Així mateix, s'estableix que no hi ha prou constància en estudis de defectes del producte en aquest sentit.

Respecte a la concentració del producte per obtenir materials de retoc amb solucions aquoses, varia molt en funció del pes molecular de la resina. Com a punt de partida es poden utilitzar les receptes definides al *Painting Conservation Catalog III*<sup>34</sup> i que també recollia Arslanoglu en el seu article:

- 67% d'Aquazol® 50 en aigua desionitzada.
- 33% d'Aquazol® 200 en aigua desionitzada.
- 18-20% d'Aquazol® 500 en aigua desionitzada.

A partir d'aquí, es pot diluir segons les necessitats que consideri el restaurador. Tanmateix, alguns restauradors tenien dificultats per trobar la concentració adequada i una viscositat suficient de la resina, per tal que els pigments quedessin ben integrats i adherits. Aquestes característiques, alhora, podien variar en funció de les propietats del pigment.

<sup>31</sup> FUSTER LÓPEZ, L. *El estuco en la restauración de pinturas sobre lienzo. Criterios, materiales y procesos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2008. També es poden consultar les actes dels següents congressos: 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>32</sup> ARSLANOGLU, J. "Aquazol as used...", p. 13.

<sup>33</sup> A l'article no està especificat el dissolvent.

<sup>34</sup> METZGER, C. A.; MAINES, C.; DUNN, J. [eds.] A.A.V.V. *Painting Conservation Catalog vol 3. Inpainting. AIC Paintings Speciality Group*. Virginia (USA): The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 2011, p. 121.

Convé recordar, però, que l'Aquazol® és soluble en dissolvents de naturalesa molt diversa i també que els seus diferents pesos moleculars proporcionen viscositats molt diferents. Aquestes característiques donen molta versatilitat a l'hora de buscar les proporcions per preparar els colors. Molts dels conservadors consultats aportaven fórmules diverses, esmentant aquesta llibertat que atorgava el producte, fet que facilitava el poder-se ajustar a les necessitats de la peça. La gran majoria optaven per diluir l'Aquazol® en aigua, alcohol o acetona i el més habitual era fer una mescla tipus 10% d'Aquazol® 200 en etanol o 95:5 en aigua (aigua:etanol).

Una mescla particular és la que descrivia Jim Bernstein,<sup>35</sup> un dels conservadors consultats a l'article d'Arslanoglu; aquest restaurador utilitzava el que anomena "aigua extra seca" (aigua que conté acetona). La barreja estava composta de 10-40% d'acetona en aigua, per reduir considerablement la tensió superficial i permetre una reintegració i un assecatge més ràpid.

Aquest mateix restaurador apareix citat en un altre treball titulat: *Critérios de intervenção e estratégias para a avaliação da qualidade da reintegração cromática em pintura* (Criteris d'intervenció i estratègies per a l'avaluació de la qualitat de la reintegració cromàtica en pintura),<sup>36</sup> d'Ana M. Dos Santos Bailão. En aquesta ocasió, J. Bernstein explica que es poden obtenir diferents índexs de refracció barrejant el mateix pigment amb els diferents Aquazol®, ja que la diferència entre els pesos moleculars permet saturar els pigments de formes diverses.<sup>37</sup>

Al mateix treball s'exposava l'experiència, molt satisfactòria, obtinguda afegint Aquazol® 50 i sílice a l'aquarel·la per reintegrar una pintura a l'encàustica de Jasper Johns.<sup>38</sup> També s'utilitzava Aquazol® 200 amb aquarel·la per a la reintegració d'una pintura a l'oli amb una elevada proporció de cera, incorporada intencionadament per l'artista. En aquest cas la fórmula fou una solució de 20 g d'Aquazol® 200 en 30 ml d'aigua i, posteriorment, hi afegí sílice per obtenir un efecte superficial similar al de la cera.<sup>39</sup>

Ana M. Dos Santos Bailão, autora d'aquest treball, realçava les possibilitats de fer retoc cromàtic amb Aquazol®, ja que els diferents pesos moleculars aportaven acabats diferents segons les necessitats de la peça. Així, doncs, es poden obtenir acabats més brillants si s'apliquen solucions més viscoses. També recalçava que, com més viscosa era la solució, més problemàtica es presentava la dispersió del pigment dins la matriu. Així, doncs, aconsellava l'addició d'un 5% d'etanol a la mescla per reduir la tensió superficial i afavorir la fluïdesa i l'adherència a la superfície.<sup>40</sup>

En aquest sentit, l'any 2017 es publica una investigació<sup>41</sup> on es donen dues receptes diferents de colors autoproduïts amb Aquazol® 500, en les quals s'afegeixen additius, per millorar una dispersió homogènia dels pigments en el medi, i un conservant. Les receptes són:<sup>42</sup>

- Aquazol® 500 diluït en aigua desionitzada amb addició de glicerina i goma xantana en 2-fenoxietanol i pigments.
- Aquazol® 500 diluït en aigua desionitzada en 2-fenoxietanol i pigments.

Els autors de l'estudi justifiquen l'elecció de l'Aquazol® 500 per a la producció de material de retoc, entre els quatre possibles pesos moleculars de l'Aquazol®, perquè és el que conté les molècules més grans i, per tant, és el material que quedarà més en superfície i penetrarà menys en el substrat. Aquesta característica és fonamental a tenir en compte en un retoc cromàtic per a la seva futura reversibilitat.

L'atenció dels autors se centra en comparar l'estabilitat dels colors autoproduïts enfront als que es venen comercialment sota el nom de QoR<sup>43</sup> a base d'Aquazol®, introduïts al mercat a partir de l'any 2014 per *Golden Artist Colors* (USA) i dels quals se'n desconeix la composició exacta.

L'estudi atorga cinc categories diferents a cada grup de pigments utilitzats, en funció del seu CPVC (*critical pigment volume concentration*) per tal de determinar la concentració idònia de la solució. Els percentatges oscil·laven entre el 20 i el 40% d'Aquazol® 500 en ambdues receptes. [10](#) i [11](#)

A les conclusions s'exposava que la presència d'additius no comprometia l'estabilitat del polímer després de l'envelliment i tampoc mostraven símptomes de reticulació i que, per tant, seria el criteri del mateix restaurador i la seva facilitat en el procés de retoc el que faria escollir una o una altra recepta. Finalment, amb els resultats obtinguts, es conclouia que l'autoproducció de colors amb Aquazol® 500 era una molt bona alternativa per a restauradors i que seria molt interessant continuar investigant les possibilitats amb aquest material. També s'apuntava la necessitat de desenvolupar un protocol d'anàlisi de la superfície a retocar, per escollir el millor solvent tant per la seva aplicació com per la seva solubilització, en cas necessari.

<sup>35</sup> James Bernstein va ser conservador i co-director de Conservació del Museu d'Art Modern de San Francisco (1975 a 1989). A partir de l'any 1989 es dedicà a la pràctica de la conservació i restauració d'obres d'art en l'àmbit privat i a impartir classes magistrals. L'any 2007, James Bernstein va rebre el Premi Caroline Keck, en reconeixement al seu historial sostingut d'excel·lència en l'educació i formació dels professionals de la conservació.

<sup>36</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>37</sup> És a dir, que com més baix és el pes molecular, més gran és la saturació. Per tant, aquesta característica de l'Aquazol® permet obtenir diferents graus de saturació sense la necessitat d'afegir més material. També exposava que l'addició del 20% de Aquazol® 500 a una aquarel·la semblava millorar la qualitat de la pel·lícula, ja que romanien transparent i reversible.

<sup>38</sup> DOS SANTOS BAILÃO, A. M. *Critérios de intervenção...*, p. 367.

<sup>39</sup> *Ibid.*

<sup>40</sup> *Ibid.*

<sup>41</sup> UBALDI, V.; BESTETTI, R.; WOLBERS, R. [et al]. "The use of Aquazol 500 as a binder for retouching colours: Analytical investigations and experiments". A: *4th edition of the International Meeting on Retouching of Cultural Heritage, RECH4*. Split (Croatia): University of Split, Academy of Arts, 2017, p. 68.

<sup>42</sup> A l'article, les receptes no apareixen més detallades.

<sup>43</sup> Vegeu: QOR.MODERN WATERCOLORS. *Story*. [En línia]. <<https://www.qorcolors.com>> [Consulta: 30 novembre 2020].

Table 7 - Preparation of the twenty self-produced colours: Recipes A and B

PIGMENT CATEGORIES	PIGMENTS DIVIDED BY WOLBERS IN 5 CATEGORIES	10 PIGMENT USED WHICH CORRESPOND TO THE CATEGORIES INDICATED BY WOLBERS	% PIGMENT TO TAKE INTO CONSIDERATION ON THE TOTAL VOLUME OF THE CORRESPONDING BINDING SOLUTION	% OF AQUAZOL® 500 IN SOLUTION PREPARED WITH RECIPE A AND B TO BE MIXED WITH THE CORRESPONDING PERCENTAGE OF PIGMENT
1° Category	Phthalocyanines Red Quinacridones Dioxazine Violet Alizarin Crimson	Quindo® Pink D - 23402	15%	Aquazol® at 40% in solution (Recipes A e B)
2° Category	Prussian Blue Carbon Black Red Iron Oxides (uncalcined) Zinc White Titanium White Yellow Quinacridones, Benzimidazolones Synthetic organic pigments	Titanium White 7525/1-PB/0241 Alizarine Crimson Dark - 23610 Irgazine® Ruby DPP - TR - 23182	25%	Aquazol® at 35% in solution (Recipes A e B)
3° Category	Yellow Iron Oxide Viridian Ultramarine blue Ultramarine violet Cobalt Pigments (blue, cerulean, turquoise, green)	Ocher icles lemon TR/0324 Green Chromium oxide hydrate PA/0601 Pure ultramarine blue PA/0561	35%	Aquazol® at 30% in solution (Recipes A e B)
4° Category	Cadmium Yellow Cobalt Violet Red and Yellow Iron Oxides (calcined)	Ivory Black PA/0597 Burnt Sienna TOR/SA-TR/0262	45%	Aquazol® at 25% in solution (Recipes A e B)
5° Category	Cadmium Orange Cadmium Red Manganese Violet, Manganese Blue	Cadmium red medium 3540 - PA/0554	50%	Aquazol® at 20% in solution (Recipes A e B)

[10] Taula resum de les categories de pigments (Autora: Vanessa Ubaldi).

Table 5 - Recipe A: Preparation of the five solutions of Aquazol® 500

PREPARED SOLUTIONS	PIGMENT CATEGORIES TO ADD TO THE 5 SOLUTIONS	% AQUAZOL® 500 IN GRANULAR FORM DISSOLVED IN DEMINERALIZED WATER	QUANTITY OF GLYCERIN	QUANTITY OF XANTHAN GUM	QUANTITY OF 2-PHENOXYETHANOL
1	1° Category	40%	4 drops in a solution of 100 ml	0,04 gr in a solution of 100 ml	4 drops in a solution of 100 ml
2	2° Category	35%			
3	3° Category	30%			
4	4° Category	25%			
5	5° Category	20%			

Table 6 - Recipe B: Preparation of the five solutions of Aquazol® 500

PREPARED SOLUTIONS	PIGMENT CATEGORIES TO ADD TO THE 5 SOLUTIONS	% AQUAZOL® 500 IN GRANULAR FORM DISSOLVED IN DEMINERALIZED WATER	QUANTITY OF 2-PHENOXYETHANOL
1	1° Category	40%	4 drops in a solution of 100 ml
2	2° Category	35%	
3	3° Category	30%	
4	4° Category	25%	
5	5° Category	20%	

[11] Esquemes de les receptes A i B (Esquema: Vanessa Ubaldi).





[12] Preparació de colors amb Aquazol®.



[13] Preparació de color amb Aquazol® (Fotografies: Roberto Bestetti).

Abans d'acabar aquest apartat cal esmentar, també, els resultats de la recerca<sup>44</sup> publicada al *2nd International Meeting on retouching of Cultural Heritage* realitzat a Porto l'octubre de l'any 2014. L'estudi recollia les fórmules donades en el taller de CESMAR<sup>45</sup> sobre materials i mètodes per a l'autoproducció de colors per al retoc, impartit per Roberto Bestetti i Ilaria Saccanni. A l'article publicat es troben les fórmules per fabricar colors a base de Laropal® A81, Paraloid® B-72, Regalrez® 1094; també proposen la goma aràbiga i l'Aquazol® com a aglutinants amb base aquosa. En aquest cas, la fórmula és vàlida tant per a l'Aquazol® 200 com per al 500:

- 100 g d'Aquazol® (200 o 500) en 200 ml d'aigua desionitzada (relació resina: dissolvent 1:2 en p/v). [12] - [15]

## CONCLUSIONS

La conservació-restauració d'art contemporani provocà un canvi de paradigma, i abocà als investigadors, científics i conservadors-restauradors cap a la cerca de nous materials que s'assimilessin als nous materials constitutius d'aquest tipus d'obres. L'Aquazol® fou un d'aquests materials.

Una de les primeres aplicacions que se li va donar a la poli(2-etil-2-oxazolina) en conservació-restauració fou la d'aprofitar les seves propietats adhesives com a consolidant en pintura contemporània. Tot seguit es va veure, però, que la diversitat de pesos moleculars, juntament amb la resta de característiques, el feien un material molt versàtil i, a partir de la dècada dels 90 del segle XX es van explorar noves aplicacions.

Veient la bibliografia consultada es constata, doncs, que l'ús d'aquest polímer com a fixatiu s'està afiançant en les pràctiques de conservació de superfícies pictòriques diverses i que els restauradors valoren molt positivament les seves possibilitats. El seu rang de solubilitat, la

seva estabilitat tèrmica, el manteniment inalterable de les propietats després de processos d'envelliment, la possibilitat d'adequar el seu ús amb els diferents pesos moleculars, així com el fet de ser un material reversible, no tòxic i biodegradable, el fan molt versàtil i interessant en aquest tipus d'intervencions.

Com a adhesiu per a la realització de capes de protecció temporal, els estudis presentats fins ara demostren que aquesta resina resulta molt útil i que, aplicada de la forma correcta, permet una molt bona funcionalitat i posterior eliminació. Una vegada més, les propietats de la resina destaquen la possibilitat de jugar amb els diferents pesos moleculars i àmplia solubilitat per poder ajustar millor l'acció i els resultats que es volen obtenir.

Pel que fa al seu ús com a aglutinant per a estuc, l'Aquazol® és un material que està en vies d'experimentació. Per ara, les conclusions que es deriven del seu estudi determinen que les seves propietats semblen afegir un "plus" als avantatges que proporcionen altres materials i apareix com l'estuc més anàleg al gesso tradicional.

En quant al seu ús com a aglutinant per a pigments, els autors citats fan èmfasi en la pràctica de l'autoproducció de colors com un mètode que aporta al restaurador seguretat i control dels materials aplicats en les obres d'art. I també destaquen la possibilitat d'ajustar la brillantor del retoc a les necessitats de la peça, ja que es poden crear efectes particulars. La fabricació de colors a base d'Aquazol®, en general, és senzilla, tot i que hi hagi diverses fórmules possibles. Conseqüentment, els conservadors que usen aquest tipus de colors autoproduïts es mostren molt satisfets amb els resultats, perquè els permet ampliar la gamma de colors i ajustar la brillantor d'alguns pigments, com per exemple els terres, que generalment són molt opacs. També es fa al·lusió al

<sup>44</sup> BESTETTI, R; SACCANI, I. "Materials and Methods for self-production of retouching colours." A: *2nd International Meeting on Retouching of Cultural Heritage. RECH2: PROCEEDINGS*. Porto: Escola Artística e Professional Árvore, 2014, p. 26-39.

<sup>45</sup> CESMAR7 és el *Centro per lo Studio dei Materiali per il Restauro*, d'Itàlia. És una associació sense ànim de lucre formada per científics i conservadors amb l'objectiu principal d'investigar i divulgar nous mètodes en el camp de la conservació. Aquests objectius es duen a terme de maneres diverses, entre les quals hi destaquen els tallers impartits per instructors internacionals, així com la participació i publicació en diferents congressos.

fet que, després d'un període de temps per familiaritzar-se amb el producte, el retoc esdevé ràpid, ja que facilita trobar el color exacte per a cada reintegració.

Per finalitzar, cal dir que l'aparició de nous materials en processos de conservació-restauració sempre deixa oberts interrogants, atès que es desconeix la seva resposta al llarg del temps. Si bé hi ha estudis d'envelliment de la poli(2-etil-2-oxazolona), és un material encara jove per saber, del cert, quines poden ser les seves limitacions o quines conseqüències poden resultar de la

seva aplicació. Tot i així, les seves característiques i el fet que sigui un material respectuós amb el medi ambient i amb la salut del conservador-restaurador, el potencien com un material a tenir en compte. També cal remarcar que aquests nous materials no persegueixen, potser, la substitució d'aquells materials tradicionals que ja es coneixen, sinó la possibilitat d'incrementar el ventall de productes i poder-se ajustar a les necessitats concretes de cada peça, sobretot tenint en compte l'innombrable quantitat de materials que componen l'art contemporani.



[14] Preparació de colors a base d'Aquazol®.



[15] Paleta de colors a base d'Aquazol® (Fotografies: Roberto Bestetti).



[VÍDEO 1] Conferència d'Enrica Boschetti a *Gels in Conservation* (IAP. *Gels in Conservation - Enrica Boschetti*. YouTube [vídeo digital], 14 de març de 2018. <<https://www.youtube.com/watch?v=mgM5LKR5yXY>> [Consulta: 30 novembre 2020]).