

FACULTAT DE BELLES ARTS

La Recerca en Conservació III

des de la visió del Conservador-Restaurador

**LA RECERCA EN CONSERVACIÓ
DES DE LA VISIÓ DEL
CONSERVADOR-RESTAURADOR**

SETMANA DE LA CIÈNCIA

BARCELONA, 16 DE NOVEMBRE DE 2018

SECCIÓ DE CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ
FACULTAT DE BELLES ARTS
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Editora: Anna Nualart Torroja.

Autors (per ordre alfabètic): Iris Bautista Morenilla, Gema Campo Francés, Manuel Ángel Iglesias Campos, Mercè Marquès Balagué, Anna Nualart Torroja, Marta Oriola Folch, Cristina Ruiz Recasens, Dídac Sarri Valdezate.

Coordinadors: Manuel Ángel Iglesias Campos i Iris Bautista Morenilla.
(Grup de Recerca Consolidat 2017 SGR 1151 Conservació-Restauració del Patrimoni –AGAUR, Generalitat de Catalunya–).

© **del textos:** els autors.

© **de les imatges:** els autors o la institució referida en l'article corresponent.

© **d'aquesta edició:** Secció de Conservació-Restauració. Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona.

Publicat per la Secció de Conservació-Restauració. Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona.

L'editora i la Secció de Conservació-Restauració, Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona, no es responsabilitzen de les informacions i les opinions que apareixen en els articles ni s'identifiquen necessàriament amb aquestes.

ISBN: 978-84-09-06965-1



Aquest text està subjecte a una llicència Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0): No es permet un ús comercial de l'obra original ni la generació d'obres derivades. Reconeixement — Heu de donar els crèdits apropiats de l'obra, proporcionar un enllaç a la llicència i indicar si s'han realitzat canvis. Ho podeu fer de qualsevol manera raonable però sense que suggereixi que el llicenciador us dona suport o rebeu suport per l'ús que feu l'obra. NoComercial — No podeu utilitzar el material per a finalitats comercials. SenseObraDerivada — Si remescleu, transformeu o creeu a partir del material, no podeu difondre el material modificat.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

Reprenem les jornades de recerca que vam començar el 2013, amb la voluntat que aquestes trobades es puguin mantenir amb regularitat, per tal de mostrar la recerca que es fa en col·laboració i des de la Universitat.

Com en edicions anteriors, volem difondre la recerca que es duu a terme en diferents nivells acadèmics: treballs finals de Màster i tesis doctorals vinculats a les línies de recerca en què treballen els autors, i també la recerca que duen a terme els professors del Grau en Conservació-Restauració, del Màster en Direcció de Projectes de Conservació-Restauració i de la línia de Doctorat de Conservació-Restauració que s'imparteixen a la Facultat de Belles Arts de la UB.

Des que vam començar aquesta tasca divulgativa, la recerca en la Conservació-Restauració ha experimentat un creixement important, sobretot en interdisciplinarietat i internacionalització. Valgui aquesta publicació per mostrar alguns dels resultats d'aquestes evidències en els darrers anys.

Anna Nualart Torroja

Índex

La importancia de las reproducciones al servicio del arte	7
Dídac Sarri Valdezate	
La fotogrametria: eina de representació en la conservació-restauració de pintura mural i dels revestiments històrics	15
Mercè Marquès Balagué	
Del frontal d'altar al retaule primitiu: estudi dels suports de fusta	25
Iris Bautista Morenilla	
Limpieza criogénica de superficies arquitectónicas: aproximación a la viabilidad del tratamiento	35
Manuel Ángel Iglesias Campos	
El projecte Nanorestart a la UB: avaluació de la consolidació de la tela des del punt de vista del conservador-restaurador	45
Marta Oriola, Gema Campo-Francés, Anna Nualart-Torroja, Cristina Ruiz-Recasens	
El projecte Nanorestart a la UB: avaluació de diferents sistemes de neteja sobre capa de preparació alquídica	53
Anna Nualart-Torroja, Cristina Ruiz-Recasens, Marta Oriola, Gema Campo-Francés	

La importancia de las reproducciones al servicio del arte

Dídac Sarri Valdezate

didac.sarri@gmail.com

Introducción

El presente trabajo es fruto de un cúmulo de experiencias académicas y profesionales en los campos de la reproducción de obras de arte y de la conservación-restauración del patrimonio.

Desde mediados de la década de los noventa, se ha registrado en Cataluña un crecimiento considerable tanto de solicitudes como de realización de reproducciones de bienes culturales por parte de diferentes instituciones, debido al importante papel que desempeñan para el desarrollo de la investigación, conservación, didáctica y divulgación del patrimonio. El ejemplo más significativo es la cantidad de copias de pinturas murales y de esculturas expuestas en las iglesias románicas Patrimonio de la Humanidad de la Vall de Boí (Lleida), cuyos Bienes originales se encuentran, en su mayoría, custodiados en el Museu Nacional d'Art de Catalunya. También podemos contemplar trabajos de réplica, muy diversos y notorios, distribuidos en toda la geografía catalana en diferentes entornos como museos, espacios públicos, escuelas, centros de interpretación, etc.

En unos casos las reproducciones sustituyen a un bien cultural por motivos de conservación preventiva, y en otros, completan un discurso expositivo para una mejor comprensión de una época artística. Las réplicas se utilizan también para interactuar de forma diversa con el Bien que representan, pudiendo ser mostradas y manipuladas como herramienta para la investigación o la pedagogía. En la variedad de todos los trabajos de copia se encuentra la riqueza y parece demostrado que favorecen el impulso de la cultura.

Con estos precedentes se ha considerado interesante profundizar en todas las cuestiones que engloban los trabajos de reproducción, con el objetivo de sistematizar el uso de las reproducciones para aprovechar al máximo sus recursos.



Traslado de la copia de la absidiola sur de Sant Quirze de Pedret, de Barcelona a Madrid, para la exposición temporal «El esplendor del románico en la colección del MNAC», de la Fundación MAPFRE (2011).

Àbside de la iglesia de Santa Maria d'Àneu, Escalzarre (Lleida). Antes y después de la copia de sus pinturas murales (2012).

Metodología

El estudio comienza con el análisis y la contextualización de las reproducciones de obras de arte a lo largo de la historia, destacando su relevancia desde tiempos antiguos. Del mismo modo, se ha examinado el recorrido de los museos de reproducciones y su aportación pedagógica y didáctica para el desarrollo de la cultura. Se han estudiado las causas que propiciaron los arranques de pintura mural en los Pirineos a lo largo del siglo xx, y su relación con el auge de la realización de copias en Cataluña. Además, se ha analizado la repercusión social que genera la utilización de copias y los motivos que las originan.

Se ha continuado el estudio con la búsqueda a gran escala de los trabajos de copia más representativos ubicados en Cataluña. Se ha recopilado, analizado y organizado toda la documentación existente en distintas entidades en relación con las técnicas, los materiales y los criterios utilizados para la elaboración de reproducciones. Han resultado de vital importancia las entrevistas con los propios autores de las copias para contrastar información y conocer las posibles dificultades presentadas en el transcurso del trabajo. Se han investigado las réplicas físicas y su entorno.

Para finalizar, se ha examinado el funcionamiento de las instituciones encargadas de gestionar el patrimonio y se han estudiado los protocolos de actuación para afrontar un trabajo de reproducción. Asimismo, se han analizado los centros culturales especializados en la gestión de documentación digital y se han valorado las ventajas e inconvenientes que pueden ofrecer las nuevas tecnologías, tanto en el proceso de recopilación y tratamiento de información como en su posterior exposición.

Resultados

El estudio puede considerarse un catálogo de consulta, en el que se exponen todos los datos relativos a las copias de obras de arte analizadas. Se ha desarrollado una ficha técnica para cada trabajo de reproducción, donde se refleja: un número de registro, varias fotografías, materiales, técnicas y criterios

empleados, quién solicita el trabajo, motivo de realización de la copia, autor o equipo multidisciplinar, año de ejecución, ubicación de la copia y del original, puntos específicos, observaciones, etc.

Además, se ha redactado un protocolo de actuación a tener en cuenta a la hora de emprender un trabajo de reproducción, que pueda servir de ayuda o de referencia a las instituciones responsables de solicitar dichos trabajos. Este documento aporta una visión teórico-práctica, resultado de la investigación de las posibles variantes para elaborar una copia y de la experiencia profesional adquirida. Asimismo, se proponen pautas para el tratamiento posterior que deben recibir los trabajos de reproducción una vez expuestos.

El trabajo consta de un último apartado en el que se enumeran y enfatizan las múltiples funciones que desarrollan las copias en diferentes ámbitos. También se genera un debate en torno a las problemáticas y soluciones derivadas de la utilización de reproducciones. Este capítulo, al igual que todo el estudio, permanece abierto a seguir aportando información.

Conclusiones

En Cataluña son varios los motivos que han propiciado un aumento de demandas de reproducciones. Uno de los principales es la petición y la necesidad de la sociedad de recuperar su patrimonio e identidad cultural que por diversas causas se encuentra en otras ubicaciones, o bien ha desaparecido. Esta voluntad está relacionada con un sentimiento de pertenencia y de afán histórico, y el deseo de transmitir a las nuevas generaciones sus vínculos culturales. Hay otros factores que suelen intervenir, como planes de dinamización turística para una mayor oferta cultural y rentabilidad económica.

Hoy en día, tanto la forma de entender y de desarrollar una réplica como la gestión de la herencia cultural están condicionados por los avances tecnológicos. Son las máquinas de escáner láser, las impresoras en 3D, las adaptaciones de contenido digital en varios formatos y los programas informáticos los que continuamente revolucionan los patrones para interactuar con el patrimonio. Estas

tecnologías pueden obtener una cantidad exhaustiva de datos sobre un bien cultural, permitiendo investigar y transmitir conocimientos a varios niveles. Es importante comentar que las nuevas técnicas se complementan con las tradicionales sumando variantes, y pueden ser unas más propicias que otras, dependiendo de su finalidad.

Durante el transcurso del trabajo ha resultado complicado acceder a información detallada sobre la naturaleza de cada reproducción, siendo escasos los informes y las publicaciones. Del mismo modo, se ha constatado la ambigüedad en el tratamiento que reciben las copias una vez realizadas; por ejemplo, no se contempla si siguen transmitiendo la información adecuada, si es necesario actualizar contenidos o modelos expositivos, o qué mantenimiento precisan. Es indiscutible el protagonismo y valor que tiene una obra original, pero este hecho no debe implicar que se limiten los recursos que ofrecen los trabajos de reproducción. Por este motivo, se ha considerado importante iniciar una base de catalogación y sistematización de sus funciones, ya que son una fuente de información sumamente valiosa de la que deberíamos responsabilizarnos.

Quizá, en el futuro tengamos la necesidad de investigar o restaurar estas réplicas por su valor, por llevar años representando un bien cultural de determinada forma. Cabe mencionar que muchas de las copias realizadas a lo largo de la historia constituyen actualmente los únicos testimonios de las obras de arte que representan, puesto que los originales se han perdido.

Con este estudio se ha intentado revalorizar el concepto de copia como una herramienta altamente versátil, y con un potencial suficiente para trabajar en la conservación, investigación, didáctica y difusión del Patrimonio. Además, durante el transcurso del trabajo, ha sido constante la intención de proponer nuevas fórmulas para transmitir un legado vivo y sostenible, acorde a los tiempos que vivimos.

Bibliografía

- Alcolea, S. (2008). *La missió arqueològica del 1907 als Pirineus*. Barcelona: Fundació «La Caixa».
- Almagro, M. J. (1988). La utilidad de sustitutos y reproducciones en los museos. En el *Boletín* de la ANABAD (tomo 38, n.º 3, pp. 177-186). Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas.
- Almagro, M. J. (1989). El Museo Nacional de Reproducciones Artísticas. Necesidad de su reorganización. Objetivos y finalidad. En el *Boletín* de la ANABAD (tomo 39, n.º 2, pp. 297-322). Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas.
- Almagro, M. J. (1994). La función pedagógica y didáctica del Museo Nacional de Reproducciones Artísticas. En el *Boletín* de la ANABAD (tomo 44, n.º 3, pp. 223-238). Federación Española de Asociaciones de Archiveros, Bibliotecarios, Arqueólogos, Museólogos y Documentalistas.
- Benjamin, W. (2004). *L'obra d'art a l'època de la seva reproductibilitat tècnica*. Barcelona: Edicions 62.
- Bolaños, M. (1997). *Historia de los museos en España: memoria, cultura, sociedad*. Gijón: Editorial Trea.
- Camps, J., Pagès, M., Ylla-Català, G. (2001). *Puig i Cadafalch i la col·lecció de pintura romànica del MNAC*. Barcelona: Departament de publicacions del MNAC.
- Deloche, B. (2002). *El Museo virtual: hacia una ética de las nuevas imágenes*. Gijón: Editorial Trea.
- Gasol, R. M. (2012). *La tècnica de la pintura mural a Catalunya i les fonts artístiques medievals*. Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat.

- Gasol, R. M., Payàs, C. (2008). Els criteris i mètodes de reintegració com a eina de coneixement i de difusió de la pintura mural. En *XI Reunió Tècnica de Conservació i Restauració*. MNAC, 3 i 4 d'abril de 2008 (pp. 29-46); Barcelona: Grup Tècnic, Associació Professional dels Conservadors-Restauradors de Béns Culturals de Catalunya.
- Guardia, M., Camps, J., Lorés, I. (1993). *El descubrimiento de la pintura mural románica catalana: la colección de reproducciones del MNAC*. Barcelona: Editorial Electa. MNAC, Museu Nacional d'Art de Catalunya, cop.
- Matas, M. T. [ed.] (2000). Boí, Burgal, Pedret i Taüll. Imitació o interpretació contemporànea de la pintura mural romànica catalana. *I Taula Rodona*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans i Amics de l'Art Romànic.
- Navarro, J. L. (2011). *Maquetas, modelos y moldes: materiales y técnicas para dar forma a las ideas*. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I.

La fotogrametria: eina de representació en la conservació-restauració de pintura mural i dels revestiments històrics

Mercè Marquès Balagué

mercemarques@ub.edu

Introducció

Els conjunts de pintura mural i revestiments arquitectònics amb interès històric o artístic, tenen dues característiques essencials que els diferencien de la resta dels béns mobles: les dimensions de les obres i la interrelació amb l'arquitectura des del punt de vista de la matèria constituent.

Normalment, els conjunts pictòrics murals, així com els revestiments històrics, es conserven *in situ* associats als murs d'un edifici, excepte en els casos d'extracció de les obres del seu emplaçament original. Per tant, a les patologies que pugui presentar una pintura mural s'hi han d'afegir les patologies que afecten la mateixa arquitectura que la suporta. Per aquest motiu, les degradacions en una obra mural es multipliquen i el diagnòstic de l'estat de conservació es fa més complex.

Un diagnòstic encertat implica la detecció de les causes que han provocat la degradació i determina la correcta elecció dels processos, metodologies i materials que cal emprar per aturar els agents de degradació i implementar els tractaments curatius necessaris per estabilitzar l'obra.

Per comprendre en profunditat la problemàtica d'una obra mural, és imprescindible tenir una visió global del conjunt i del seu estat de conservació. Però les grans dimensions d'una obra o el seu emplaçament en espais arquitectònics complexos dificulten en moltes ocasions una anàlisi objectiva i compliquen la quantificació precisa dels danys. Per tant, cal conèixer i documentar amb exactitud la localització de les patologies per poder fer una planificació acurada dels processos a realitzar, tant des de punt de vista logístic com des de la perspectiva de la valoració econòmica de la intervenció. És imprescindible, doncs, disposar d'una eina per realitzar una documentació precisa i que permeti quantificar els danys.

En nombrosos projectes de conservació i restauració de pintura mural s'ha constatat les dificultats de la representació gràfica de conjunts quan aquests estan ubicats en superfícies de topografia irregular i espais arquitectònics complexos, com ara voltes, conques absidals o cúpules.

L'objectiu d'aquesta presentació és mostrar, mitjançant alguns dels exemples realitzats, els avançats de l'aplicació de la fotogrametria per a la documentació d'obres de restauració i de projectes d'intervenció.

Metodologia

En els darrers dos anys, per resoldre els problemes de representació gràfica, hem utilitzat la tècnica de la fotogrametria. No es pretén aquí fer una explicació de la tècnica fotogramètrica, ja que no és la nostra especialitat. L'objectiu és introduir els conceptes de la mecànica bàsica de la realització des de la perspectiva de l'usuari final.

El que plantejem essencialment en aquest treball és la necessitat d'utilitzar uns models de representació gràfica en les obres de grans dimensions o amb una volumetria complexa, partint d'un model virtual que permeti visualitzar el conjunt en tota la seva globalitat i que permeti quantificar, amb molta precisió, els amidaments de les patologies i l'abast de les intervencions.

La metodologia de treball de la representació gràfica consisteix a realitzar una digitalització 3D mitjançant la tècnica de la fotogrametria.

El punt de partida és la realització de fotografies de la superfície que cal documentar, preses des de diferents angles. Aquestes imatges són tractades mitjançant un programa informàtic de 3D. D'aquesta manera es pot reproduir la superfície amb una gran precisió i amb qualitat visual fotogràfica (Salguero, 2017).

El model tridimensional obtingut proporciona una visió de 360° que pot mostrar la volumetria general de l'àmbit, així com també les particularitats i els detalls de la policromia, el relleu i la textura de l'obra. És possible modificar la resolució dels models 3D per afavorir una manipulació més àgil o

reconvertir en format estàndard PDF 3D per a una visualització virtual, sense necessitat d'un programari específic 3D, d'accés restringit i d'ús poc habitual per a usuaris no especialitzats.

A partir del model 3D, es pot obtenir la documentació 2D, ja sigui en plànols vectoritzats a escala, en format CAD, o bé confeccionar ortofotografies (fotografies sense deformació perspectiva).

L'adequació d'aquesta eina a les necessitats específiques de representació en cada cas requereix l'estreta col·laboració entre un especialista en l'ús d'aquesta tècnica i el conservador-restaurador responsable de l'obra.

Resultats

En diversos projectes de conservació-restauració executats en els darrers anys hem implementat aquesta tècnica de representació gràfica amb diferents objectius, sempre responent a les necessitats específiques de cada projecte. Es mostren a continuació cinc exemples en els quals hem treballat aplicant la representació fotogramètrica.

Restauració d'una cel·la de dia ubicada en el claustre del monestir de Pedralbes

Aquest espai és una de les construccions de petites dimensions ubicades en el claustre superior del Monestir. Està datada al segle XVI, amb estances afegides posteriorment. Aquesta petit espai arquitectònic d'estil renaixentista, coronat amb una cúpula de cassetons, presentava molta dificultat de representació gràfica a causa de la complexitat dels elements arquitectònics disposats en un espai reduït. En aquest cas, la tècnica de digitalització 3D basada en la fotogrametria ha permès fer una representació espacial que cospa les estances sense perdre els detalls volumètrics.

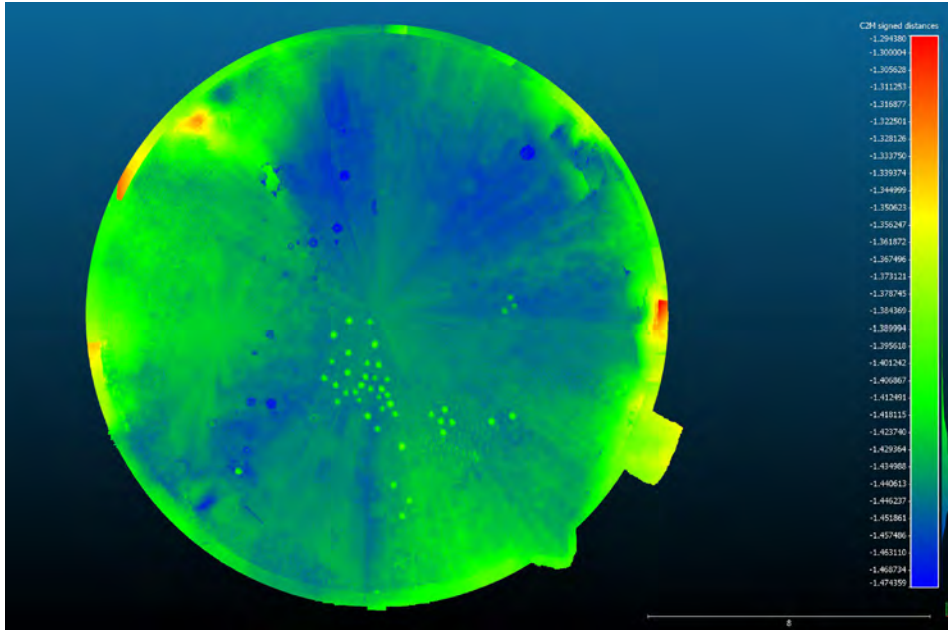
Projecte d'intervenció i restauració d'un fragment de pintura mural gòtica de la Cella de les Neus del monestir de Pedralbes

La ubicació de la pintura mural, encaixonada entre dos murs, i les reduïdes dimensions de l'espai no permetien obtenir una fotografia de la superfície completa de l'obra, ni una il·luminació rasant. Amb la fotogrametria es va obtenir una imatge de la topografia de la superfície per documentar visualment les degradacions per erosió i despreniments de capa pictòrica. També es va poder documentar l'empremta de l'eina de l'artista a l'hora d'aplicar el morter de l'arrebossat sobre el mur.

Projecte de restauració del mosaic de J. Josep Tharrats de la plaça Roja de Badalona

L'obra és un mosaic transitable que ocupa 204 m² en el centre d'una plaça pública. Està realitzat amb materials diversos: peces metàl·liques d'engranatges industrials, còdols de riu, ceràmica, morters acolorits, etc.

Les arrels dels arbres de la plaça havien provocat el trencament i l'aixecament de diverses àrees del mosaic. En aquest cas, la fotogrametria es va utilitzar per obtenir una imatge del conjunt sense deformacions perspectives i amb gran qualitat de detalls. Sobre aquesta base, es va grafiar les patologies amb precisió i es va poder quantificar-les numèricament en m² i ml. La reproducció de la imatge 3D va permetre observar els trencaments en el pla superficial del mosaic i mesurar el desnivell entre els estrats de les zones deprimides i les zones aixecades.



Fotogrametria colorimètrica dels desnivells en la superfície del mosaic de J.J. Tharrats. Plaça Roja. © Jaime Salguero/Krom restauració, S.L.

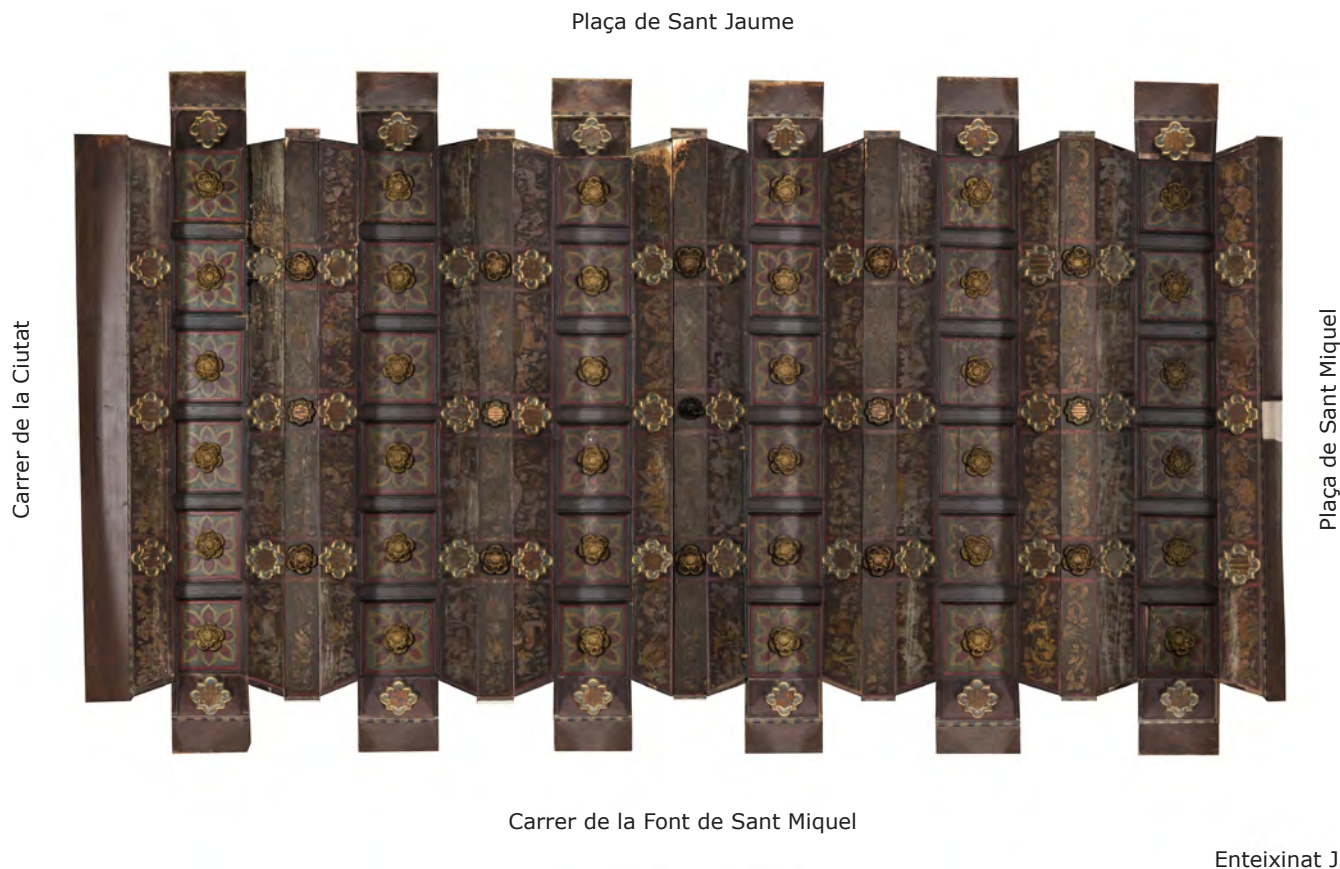
Informe de l'estat de conservació del conjunt pictòric del Saló de ball del Palau d'Alejo Mdivani de Venècia de Josep M. Sert

Aquest conjunt pictòric sobre tela i adherit als murs va ser traslladat des de Venècia a la seva ubicació actual: la sala d'actes del Banco de España a Barcelona. La inserció de les diferents escenes del conjunt mural a la nova ubicació va implicar que es retallessin els llenços sobre els quals està pintada i daurada l'obra, o bé s'hi fessin afegits per tal d'adequar les escenes pintades als murs. Actualment està en estudi un projecte de reconstrucció del conjunt pictòric tal com estava disposat en origen al Palau a Venècia.

En aquest context la fotogrametria ha permès conèixer les dimensions exactes de les escenes, així com també, gràcies a l'estudi del relleu, localitzar les costures de les unions de les teles originals amb els afegits adherits posteriorment. També s'ha pogut documentar la deformació de les teles a causa del destensat i l'extensió dels repintats que envaeixen zones de l'original.

Projecte de restauració dels enteixinats de l'Ajuntament de Barcelona

En el projecte de restauració dels tretze enteixinats policromats de l'edifici històric de l'Ajuntament de Barcelona s'ha utilitzat la tècnica fotogramètrica com a base de la representació gràfica.



Ortofotografia desplegada a partir de la fotogrametria de l'enteixinat J de l'Ajuntament de Barcelona. © Jaime Salguero/Krom restauració, S.L.

S'ha fet la documentació gràfica següent de cada sostre:

- Ortofotografia amb color i vista nadir.
- Desplegat dels elements en què es poden visualitzar les tres cares de les bigues (els dos laterals i el sotabiga) i el desplegat de les bigues parederes i els caixons. Aquesta representació permet veure alhora tots els elements del sostre. La imatge és en color i de bona qualitat fotogràfica.
- A partir de la fotogrametria, s'han extret plànols en format CAD, amb vista nadir i seccions.¹

Conclusions

La fotogrametria com a mètode de representació va més enllà de la «il·lustració» i esdevé una eina important per al coneixement de l'obra. La representació gràfica en els projectes d'intervenció i en els treballs de conservació-restauració és un instrument imprescindible per a la comprensió global de l'obra, per a l'anàlisi i l'abast de les patologies i per la planificació i quantificació econòmica de la intervenció.

Els exemples mostrats dels projectes de restauració i de les intervencions realitzades posen de manifest la importància de buscar les tècniques de representació gràfica més adequades i entenedores per il·lustrar, comprendre l'abast de les degradacions i alhora delimitar les àrees d'actuació que permeten quantificar els costos dels processos de conservació-restauració.

El professional de la conservació-restauració ha de fer la valoració crítica per tal de seleccionar el que considera important i dotar-se dels instruments per aprofundir, mitjançant el tractament de les imatges, en el coneixement específic i particular de cada cas.

Bibliografia

- Masalles, A. & Moreno, I. (2007). Retornant la integritat al déu. El procés de conservació-restauració de l'Esculapi. A T. Carreras, M. Saenz (coord.) *L'Esculapi. El retorn del déu* (pp. 79-90). Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Salguero, J. (2017). Fotogrametria aplicada a la conservació i la restauració. A *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2015* (pp. 252-255). Barcelona: Ajuntament de Barcelona, Institut de Cultura, Servei d'Arqueologia de Barcelona.
- Giribet, J. (2015). Portada de Santa Maria d'Agramunt. Recuperat el 13/10/2015, d' <https://sketchfab.com/models/2cbca0f60d4d4278b4bca441463e92b7>
- Giribet, J. (2013). Pintures murals de Sant Climent de Taüll. Recuperat el 03/03/2015, d'<https://sketchfab.com/models/2c6ae9303e374d0f8cd68bd3c3dcc34c>
- Giribet, J. (2013). Pintures murals de Sant Climent de Taüll. Recuperat el 06/07/2013, d'<http://www.calidos.cat/romanicobert/concaabsidial/>
- Burzon, Comenge & Playmodes(2014). Mapping Sant Climent de Taüll. Pantocrator. Recuperat el 03/03/2014, d'<http://pantocrator.cat/en/taull1123-sant-climent-de-taull/>

Documentació inèdita de projectes de restauració

- Marquès, M. (2017). Projecte de conservació-restauració dels enteixinats policromats de l'edifici Vell de l'Ajuntament de Barcelona. Departament de patrimoni Arquitectònic Històric i Artístic. Ajuntament de Barcelona.

- Marquès, M. (2017). Projecte d'intervenció de conservació-restauració del fragment de pintura mural localitzat a la Cel·la de les Neus. Reial Monestir de Santa Maria de Pedralbes. Ajuntament de Barcelona.
- Marquès, M. (2017). Projecte de conservació-restauració del conjunt de mosaics obra de Joan Josep Tharrats i de l'escultura «La Papallona» obra de Francesc Fornells-Pla. En el marc del projecte de reurbanització de la plaça Roja de Badalona. AMB, Àrea Metropolitana de Barcelona.

Notes

1. Les fotogrametries dels treballs mencionats les ha realitzades Jaime Salguero amb la col·laboració puntual d'Anna Montemayor.

Del frontal d'altar al retaule primitiu: estudi dels suports de fusta

Iris Bautista Morenilla

ibautista@ub.edu

Introducció

Aquesta presentació sintetitza els resultats de la tesi doctoral *Del frontal d'altar al retaule primitiu. Anàlisi científica de l'evolució tecnològica dels suports de fusta del gòtic lineal català* (Bautista, 2015). Aquesta investigació neix d'una línia de recerca que es duu a terme al Grup de Recerca Consolidat Conservació-Restauració del Patrimoni de la Universitat de Barcelona. Des de fa uns anys s'estan estudiant i posant en valor els suports de fusta de les obres del patrimoni, i una de les finalitats d'aquesta línia de recerca és fer visibles els suports com a documents d'innegable valor històric per a l'estudi de la tecnologia i l'execució material de les obres.

El grup de 26 obres analitzades ha estat assenyalat repetidament com a obres clau de la transició del llenguatge romànic al gòtic, és a dir, obres que han estat interpretades com a testimonis del passat romànic alhora que com a precedents de les novetats gòtiques. Encara del tot alienes a la introducció de motius italianitzants, i no completament lliures de la tradició formal bizantina, les taules policromades que es tenen en compte en aquesta investigació, cadascuna a la seva manera, representen l'evolució d'un llenguatge pictòric que correspon al període artístic denominat gòtic lineal.

D'una banda, el conjunt recull obres¹ datades de l'inici de l'estil, atribuïdes al Mestre de Soriguerola, a altres pintors del seu taller o bé a altres tallers que van actuar sota la influència d'aquest, procedents dels territoris de la Cerdanya, el Ripollès i el Conflent (Melero, 2005).

D'altra banda, el grup d'obres² estudiades també contempla taules datades de finals de l'estil gòtic lineal procedents de centres de producció propis ubicats als territoris de Barcelona i Mallorca, i als de Lleida i Tarragona, que no formen part del cercle del taller del Mestre de Soriguerola.

La funció original d'aquestes taules policromades era decorar els altars i captar l'atenció dels fidels cap al missatge de l'església. La tipologia del suport de les taules varia en funció de la seva posició respecte de l'altar: en un primer moment trobem els frontals i els laterals d'altar, i posteriorment

apareixen els retaules primitius. Els primers van ancorats a terra i a la taula d'altar, mentre que els segons se situen en el mur posterior a l'altar, generalment suspesos o recolzats sobre una estructura d'obra.

En el període que abasta l'estil gòtic lineal, però, no s'observa un canvi estructural dràstic en les primeres representacions dels retaules. Això ha donat peu a pensar que tot i que generalment la majoria de taules policromades hagin estat definides com a frontals d'altar, també s'hagi proposat en repetides ocasions —a causa de les seves dimensions superiors a les dels frontals romànics— la hipòtesi que, en alguns casos, els frontals ja exercissin una funció de retaule, portats a una posició per a la qual no van ser concebuts.

En qualsevol cas, en una o altra tipologia, convivia l'interès per representar un ampli desplegament narratiu a través de subdivisions rectangulars de l'espai marcadament apaïsat.

Metodologia

La revisió de totes les obres conservades —frontals i laterals d'altar, i retaules— ha permès analitzar l'evolució i el canvi estructural dels suports de fusta de les obres en aquest període de transició entre el romànic i el gòtic en què les obres passen de tenir una estructura apaïxada i ser de petites dimensions —típica del frontal romànic—, a una estructura vertical però de dimensions modestes, típica dels inicis del gòtic.

A partir l'anàlisi de les solucions tecnològiques utilitzades en cadascun dels suports, s'han agrupat les estructures segons la seva tipologia. Això ha permès evidenciar que les taules d'estil gòtic lineal català són obres clau per comprendre l'evolució estructural dels frontals i els retaules. El període és transcendental i està caracteritzat per la convivència de les dues formes, sent el retaule l'hereu directe del frontal.

Així, a partir de l'estudi exhaustiu, individualitzat i sistemàtic, es relacionen les tipologies, els materials i les estructures del suport. Els resultats obtinguts demostren que el suport de les obres, fins ara una font d'informació infravalorada, és una peça més a tenir en compte per reconstruir la història de l'obra i la seva forma d'elaboració, i relacionar-la amb l'àmbit geogràfic de procedència.

Resultats

A causa que no s'observa un canvi estructural dràstic en les primeres representacions dels retaules gòtics respecte dels frontals romànics, entre les obres considerades com a frontals és possible que n'hi hagi algunes que realitzessin la funció de retaule. Davant la dificultat d'establir la tipologia de les obres no conservades en el seu lloc originari, els historiadors de l'art han realitzat intents de determinar quins van ser frontals i quins retaules mitjançant l'observació de diferents paràmetres: les dimensions, l'estat de conservació de la part inferior dels frontals desgastada per fregament i per la humitat del sòl, l'extensió dels travessers verticals a la zona inferior que servien per a encastar el frontal al paviment, el canvi en la iconografia, etc. La majoria d'aquests paràmetres els permeten realitzar hipòtesis però, de forma aïllada, no sempre són factors prou concloents per determinar si es tracta d'un frontal o d'un retaule.

Pel que fa a les dimensions, les mesures no sempre permeten determinar la seva tipologia, atès que el retaule primitiu té una alçada al voltant d'un metre i aquesta és l'altura aproximada de la taula de l'altar, i per tant també la del frontal. Per tant les dues tipologies —frontal d'altar i retaule primitiu— poden tenir la mateixa alçada, tot i que els retaules estiguin col·locats darrere de la taula d'altar. Un possible motiu podria ser no privar la visió de les pintures murals que decorarien l'absis. Així mateix podien estar recolzats a terra o situats sobre bancals d'obra construïts al darrere de l'altar, motiu pel qual podrien presentar les mateixes degradacions de suport degudes al fregament i a la humitat per capillaritat que els frontals d'altar recolzats a terra.

Pel que fa a l'existència dels travessers verticals perllongats com a potes per la part inferior, es dóna el cas que no tots els frontals tenien potes originalment (J. Folch Torres, 1956).

Pel que fa al canvi iconogràfic, són obres datades entre la fi del període romànic i l'inici del gòtic motiu pel qual en elles és gairebé general la desaparició de les composicions tradicionals dels frontals i hi predomina la intenció narrativa. Aquest canvi, doncs, no permet establir distincions entre frontals i retaules.

Aquestes observacions per separat no són clares ni suficients per determinar la funció de les obres estudiades ni per classificar-les com a frontal o retaule. No obstant això, l'anàlisi de les solucions tecnològiques emprades en la confecció dels suports proporciona dades objectives que mitjançant la seva comparació permeten determinar la tipologia de les obres analitzades.

En aquesta anàlisi s'han considerat totes les parts que formen el suport de les obres: el nombre de taules, les dimensions, els tipus d'unions, els reforços i les decoracions. Això ha permès determinar que de la totalitat de vint-i-sis obres analitzades, estructuralment es diferencien tres tipologies de suport: el primer grup correspon a la tipologia pròpia dels frontals d'altar romànics, el segon als retaules primitius i hi ha un tercer grup de taules que comparteixen trets característics de les dues tipologies: d'una banda l'estructura base de la taula policromada està resolta amb les solucions tecnològiques pròpies dels frontals d'altar, però d'altra banda incorporen també altres solucions típiques dels retaules primitius. Aquestes taules de transició són els testimonis de l'evolució estructural del frontal al retaule.



(a)



(b)



(c)



(a)



(b)



(c)



(a)



(b)



(c)

Figura 1: (a) *Sant Climent de Gréixer* 69766 (MNAC) General anvers. (b i c) Reproducció virtual en 3D de la tipologia de frontal. General anvers i revers. (© Bautista, I.) Tipologia 1: Frontal i lateral d'altar. Grup caracteritzat per:

- Dimensions modestes, aproximadament d'1 m d'alçada i entre 1 i 1,5 m d'amplada.
- Plafó central format per entre dos i quatre taules i unit al marc per encadellat.
- Extrem dels travessers del marc units per caixa i espiga a 90°.
- Travessers del marc d'amplada entre 10 i 15 cm.
- Travessers del marc decorats amb cercles còncaus i amb bisell.
- Marques d'encaix amb altres taules.

Figura 2: (a) *Sant Vicenç de la Llaguna 66* (Conflent) General anvers. (b i c) Reproducció virtual en 3D de la tipologia de frontal evolucionat. General anvers i revers. (© Bautista, I.)

Tipologia 2: Frontal i lateral evolucionat. Grup caracteritzat per:

- Dimensions modestes, aproximadament d'1 m d'alçada i entre 1 i 1,5 m d'amplada.
- Plafó central format per entre dos i quatre taules.
- Unió dels travessers del marc al plafó central per encadellat i/o clavats a l'anvers del plafó.
- Extrems dels travessers del marc units per testa a 90°.
- Travessers del marc d'amplada entre 10 i 15 cm.
- Travessers del marc decorats amb cercles còncaus i/o amb bisell.
- Presenten marques d'encaix amb altres taules.
- Incorporen claus de forja.
- Presenten barrots travessers.

Figura 6: (a) *La Mare de Déu i el Corpus Christi de Vallbona de les Monges 9919* (MNAC) General anvers. (b i c) Reproducció virtual en 3D de la tipologia de retaule primitiu. General anvers i revers. (© BAUTISTA, I.)

Tipologia 3: Retaule primitiu. Grup caracteritzat per:

- Grans dimensions, d'1 a 1,5 m d'alçada i entre 2 i 2,5 m d'amplada.
- Plafó central format per entre dos i sis taules horitzontals.
- Travessers del marc sobreposats a l'anvers del plafó central i units amb claus o espigues.
- Extrems dels travessers del marc units per testa a 45°.
- Travessers del marc d'amplada entre 4 i 9 cm.
- Travessers del marc decorats amb bisell.
- No presenten marques d'encaixos amb altres taules.
- Incorporen claus de forja.
- Presenten barrots travessers.

Discussió i conclusions

La tipologia de cadascuna de les taules policromades només es pot determinar d'una manera objectiva mitjançant l'estudi de les estructures de suport. L'estudi de la tecnologia emprada en la construcció de les taules demostra una evolució estructural que alhora reflecteix el canvi d'estil artístic que representa el gòtic lineal, una evolució del romànic al gòtic.

S'han identificat tres tipologies diferents dins el grup d'obres del gòtic lineal català. Les tipologies detectades són: frontal i lateral d'altar, estructura heretada de la tradició romànica; frontal i lateral d'altar evolucionat, estructura heretada de la tradició romànica que incorpora noves solucions tecnològiques en l'elaboració del suport, exemple de l'evolució entre el frontal i el retaule; i retaule primitiu, antecedent dels majestuosos retaules gòtics, que ja no utilitza l'esquema heretat dels frontals d'altar de tradició romànica. Es confirma també que el canvi de tipologia de frontal d'altar a retaule primitiu és conseqüència del canvi en la celebració de l'eucaristia i de l'evolució de la iconografia.

Aquest estudi configura el primer corpus d'informació sobre les característiques estructurals dels suports del mobiliari d'altar del gòtic lineal català i posa en valor l'interès documental que té l'estudi de la tecnologia de construcció dels suports per obtenir informació sobre les obres estudiades. Les dades objectives observades en el suport de les obres han permès la comprensió de l'evolució estructural que té lloc entre el suport del frontal d'altar i el del retaule primitiu en un moment de la història de l'art tan transcendental, en què conviuen les dues formes de representació artística.

La posada en valor de la informació que es pot obtenir dels suports ha estat infravalorada fins a l'actualitat, i aquesta ha de fer reflexionar a tota la comunitat implicada sobre el tracte i les atencions —o potser el maltractament i la falta de cura— que han rebut històricament els suports originals de moltes de les obres que han arribat fins els nostres dies.

Bibliografia

- Bautista, I. (2015). *Del frontal d'altar al retaule primitiu. Anàlisi científica de l'evolució tecnològica dels suports de fusta del gòtic lineal català*. Barcelona: Tesis Doctorals en Xarxa, <http://hdl.handle.net/10803/306263>
- Folch i Torres, J. (1956), *La pintura romànica sobre fusta; A Monumenta Cataloniae* vol. IX, Barcelona: Editorial Alpha.
- Melero, M. (2005). *La pintura sobre tabla del gòtic lineal*. Barcelona: Memoria Artium.

Notes

1. Sant Pere 2848 (MRAH), Santa Eugènia de Saga 121 (MAD), Sant Miquel de Soriguerola 3910 (MNAC), Sant Vicenç de la Llaguna 66 (Conflent), Sant Cristòfol de Toses 4370 (MNAC), Verge de l'església de Marinyans 66000 855 (Conflent), Laterals d'altar de Toses 35699/35700 (MNAC), Ribes 9694/9695 (MEV) i Montgrony 1/2 (MEV), Sant Jaume de Frontanyà 13 (MDCS), Santa Cristina d'Olot 722 (MEV), Sant Llorenç de Morunys 14 (MDCS), Sant Climent de Gréixer 69766 (MNAC), Sant Andreu 122 (MAD), Sant Miquel dels Ars 5140 (MEV), La vida de Jesús 3747 (MEV) i Un sant anònim 9708 (MEV).

2. La Trinitat i l'Eucaristia de Vallbona de les Monges 9920 (MNAC), La Mare de Déu i el Corpus Christi de Vallbona de les Monges 9919 (MNAC), Sant Cebrià de Cabanyes 9697 (MEV), Santa Perpètua de Mogoda 400 (MAB), Sant Joan Baptista i santa Margarida d'Alcover 2970 (MET) i Sant Bernat de Palma 4111 (MM).

Limpieza criogénica de superficies arquitectónicas: aproximación a la viabilidad del tratamiento

Manuel Ángel Iglesias Campos

manuel.iglesias@ub.edu

Introducción

La limpieza criogénica de cualquier superficie se efectúa mediante el desplazamiento manual de una boquilla con la que se proyectan fragmentos de hielo seco impulsados desde el depósito de un equipo diseñado para este fin (Cold Jet, 2018, Ictech, 2018, Linde Group, 2017).

La maquinaria necesaria es similar a la de la proyección de abrasivos: equipo —en el que se puede regular la presión de trabajo y la cantidad de producto (figura 1)—, manguera —de diferentes diámetros y longitudes— y boquilla —de diferentes formas y diámetros que pueden incluir accesorios para la fragmentación o laminación del hielo seco. Se precisa también un compresor de aire —con el que se impulsa el producto hacia el exterior—, y de un secador o enfriador —con el que eliminar la humedad del aire comprimido. Por las características de los equipos habituales, pero sobre todo por el diámetro, forma y tamaño de la boquilla, que dificultan su maniobrabilidad, su uso podría plantearse actualmente en superficies planas o con poco volumen.

El hielo seco es la fase sólida del dióxido de carbono y se obtiene al reducir la presión y la temperatura del CO₂ líquido de manera controlada. Existen diferentes maneras de presentación del hielo seco —nieve carbónica, pellets o bloques— aunque, por las características de la mayoría de los equipos comercialmente disponibles, se suelen utilizar pellets.

Los pellets son, por tanto, partículas de dióxido de carbono con una temperatura de $-78,5$ °C, de formas regulares —normalmente cilíndricas—, con tamaños que oscilan entre 3 y 16 mm de diámetro y de longitud variable (figura 1). Como producto, tienen unas exigencias de conservación para evitar la pérdida de temperatura —recipientes con aislamiento térmico— y su almacenamiento debe hacerse en lugares suficientemente ventilados.

En líneas generales, los parámetros del tratamiento son similares a los de la proyección de abrasivos (Iglesias Campos, 2010) ya que uno de los principales mecanismos de limpieza se basa en la energía cinética de los pellets al impactar con la superficie. Así, en relación con la técnica propiamente



Figura 1. Detalle del panel de control de un equipo de limpieza criogénica (izquierda), y fotomacrografía de pellets de hielo seco (derecha).

dicha, influyen la presión, el ángulo, la distancia, el tiempo, la forma y características de la boquilla, y el caudal de aire-hielo seco, entre otros; y en relación con el producto, en este caso, el tamaño y la morfología de los pellets tras salir por la boquilla.

Pero en la limpieza criogénica, además del impacto de las partículas sólidas de CO_2 , se combinan otros procesos físicos: por un lado, el mecanismo termodiferencial de los materiales —suciedad y sustrato— y, por otro, la expansión del gas al chocar con la superficie.

Como en cualquier impacto, la tensión provoca una red de microfisuras en la suciedad, y entre la suciedad y el material de sustrato, de manera muy rápida. En un principio, como el CO_2 sólido tiene menor densidad ($0,0019 \text{ g/cm}^3$) y dureza (2 Mohs) que cualquier partícula de las empleadas en la proyección de abrasivos y sublima de manera casi instantánea, según la ecuación de la energía cinética se transmite muy poca energía. La limpieza tendría que ser, por tanto, delicada incluso con presiones elevadas.

Pero al impacto, como mecanismo de limpieza, se le añade también el diferencial térmico entre el hielo seco y la superficie. Al tener la suciedad y el material de sustrato diferentes coeficientes de dilatación térmica lineal, el brusco cambio de temperatura que les supone recibir el hielo seco y equilibrarse posteriormente con la ambiental, hace que las superficies se contraigan y expandan a diferentes velocidades.

Esta contracción-expansión facilita la formación de microfisuras en la superficie de contacto entre suciedad y material de sustrato, que se suman a las provocadas por el impacto, facilitando el desprendimiento de los depósitos a retirar. Pero, este mecanismo puede afectar también al material del sustrato ya que los diferentes minerales —y sus fases de unión cuando existen— acostumbran a tener diferentes coeficientes de dilatación térmica lineal que pueden favorecer el desarrollo de microfisuras, fisuras y oquedades en el sustrato.

Al impacto y al diferencial térmico se le añade además, también como mecanismo de limpieza, la expansión del gas al chocar con la superficie y sublimar. La expansión del CO_2 en los intersticios y en la red de microfisuras generada en los depósitos superficiales provoca microexplosiones puntuales. Teóricamente esta expansión se produce hacia el exterior desde la zona de contacto entre suciedad y material de sustrato, debilitando su adherencia, facilitando su separación y reduciendo, teóricamente, la alteración. Pero, el gas expandido también puede penetrar en las microfisuras del sustrato y favorecer la alteración.

Por tanto, los mecanismos de limpieza que se producen durante el tratamiento plantean la posibilidad de alteración en un material constructivo así tratado que supondrían un aumento de la rugosidad, con el consiguiente incremento de la absorción de agua y de partículas ambientales, y la pérdida de detalles decorativos y de pátinas naturales o artificiales (Young, Urquhart, Laing, 2003).

La limpieza criogénica se utiliza desde hace años en la limpieza industrial de metales —moldes de fundición, piezas de aluminio, motores e instalaciones con componentes eléctricos, etc.— para retirar principalmente recubrimientos de cola, barniz, aceite, grasa, hollín y otros depósitos similares (Spur,

Uhlmann, Elbing, 1999). En estas aplicaciones, debido probablemente a las características de los sustratos, no se han observado alteraciones en las superficies.

Una de las ventajas principales de la técnica es la inexistencia de residuos sólidos secundarios; los únicos son el CO₂ gaseoso, derivado de la sublimación, y la suciedad. Como desventajas del tratamiento se consideran la necesidad de utilizar un compresor de gran potencia y el ruido —provocado tanto por el compresor como por la salida del producto a través de la lanza de proyección—, sin contar los posibles daños que se puedan producir en los materiales.

Además, existen unos requerimientos mínimos relacionados con la seguridad personal: se precisa protección con pantalla facial y mascarilla con filtro para partículas sólidas o equipo de respiración autónomo, la manipulación de los pellets debe hacerse con guantes de protección para evitar quemaduras, y se precisan protectores auditivos por el ruido que se produce durante el tratamiento. El sistema, además, no debe utilizarse en recintos cerrados o con poca ventilación porque el CO₂ es peligroso a partir de una concentración en el aire del 0,5%.

Metodología y resultados

Sobre materiales constructivos su uso es escaso. Algunos fabricantes refieren en sus páginas web la limpieza del hollín provocado por incendios en calizas y ladrillos —y madera—, situaciones en la que el depósito tiene escaso grosor y poca adherencia y permite, por tanto, un desplazamiento rápido de la proyección sin necesidad de insistir durante mucho tiempo sobre la superficie.

Aunque se han realizado ensayos sobre edificios, no existen publicaciones con estudios documentados científicamente sobre la aplicación de la técnica en materiales constructivos y la opinión generalizada es que en la actualidad no se trata de un sistema que resulte del todo apropiado para estos trabajos.

Young, Urquhart y Laing (2003) comentan su utilidad para la eliminación de chicles. En ensayos presenciados por el autor con este mismo fin se ha podido comprobar su efectividad sobre asfalto y pavimentos de cemento: se elimina la goma aunque queda una ligera mancha de aspecto graso en el material.

En algunos ensayos realizados sobre aplacados de mármol y granito pulido ensuciado artificialmente con pintura acrílica negra en spray se observó que aunque la capa superficial de pintura se eliminaba, quedaban restos en la porosidad fisural de los materiales —observable visualmente— y se modificaba sustancialmente la textura superficial del acabado (figura 2). El daño parecía relacionarse con el diferente coeficiente de dilatación térmica lineal de los minerales de estas rocas, que había generado microfracturas durante los procesos de contracción, sin menospreciar el posible efecto de la expansión del gas. En estos casos el diferente comportamiento del cuarzo, la mica y los feldespatos, o el más complejo de la calcita, provocaba desprendimientos de granos o láminas según la orientación, composición y distribución de los cristales.

Resultados similares se obtuvieron en fragmentos de calizas porosas con depósitos superficiales de suciedad ambiental, aunque aquí, las modificaciones de rugosidad eran mucho más evidentes y acusadas. En cambio, en la eliminación de diferentes encalados y pinturas al temple —depósitos poco adherentes— sobre ladrillo manual del siglo XIX, los resultados fueron positivos, sin observar visualmente modificaciones en la textura superficial de la pieza (figura 2).

En todas estas pruebas también se comprobó, a través del tacto, que la temperatura superficial de los materiales descendía de manera significativa y tardaba un tiempo en estabilizarse con la ambiental. Para documentar estas observaciones se efectuó una proyección sobre un bloque comercial de cemento teñido sin ensuciar. Se pudo evidenciar que se provocaba una *congelación* superficial del agua ambiental y de la contenida en el sustrato que, durante aproximadamente tres minutos, se iba reduciendo, dejando finalmente una mancha de humedad que desaparecía una vez pasados unos 6-7 minutos.

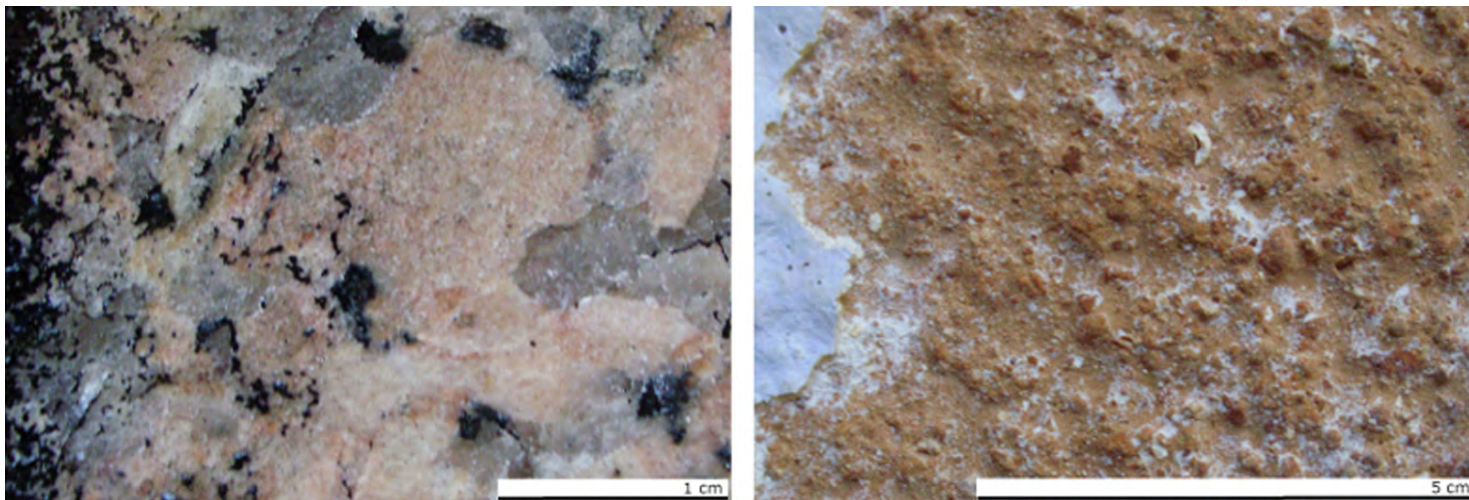


Figura 2. Fotomacrografía de dos materiales tras el tratamiento: eliminación de pintura acrílica negra en spray sobre granito pulido donde se aprecian modificaciones en la textura superficial (izquierda), y retirada de encalados y pinturas al temple sobre ladrillo manual del siglo XIX sin cambios visualmente apreciables en la superficie (derecha).

En todas estas pruebas se utilizaron presiones entre 1-6 bar, distancias entre 25-30 cm, y ángulos entre 35° y 90°. La boquilla utilizada era de 6 mm de diámetro con pieza interna rompedora de pellets —nominalmente de 3 mm de diámetro, desconociendo por imposibilidad técnica el diámetro exacto y la longitud a la que salían tras pasar por el rompedor—. De los parámetros controlados se pudo concluir que con presiones inferiores a 3-4 bar en manómetro y ángulos inferiores a 75° la suciedad —natural o artificial— no se eliminaba.

En ensayos para retirar diferentes capas de pintura —plástica, esmalte y clorocaucho— de ladrillos manuales del siglo XIX, a los que el autor pudo asistir y en las que se utilizaron parámetros similares, la limpieza dejaba una superficie con picado profundo en la cerámica sin eliminar totalmente las capas de pintura —por su dureza y elasticidad, estas pinturas, y sobre todo las de clorocaucho, son de por sí difíciles de eliminar. El daño era mayor que con abrasivos a baja presión, técnica con la que

también se hicieron pruebas —vidrio micronizado de 100-250 μm a 1 bar de presión, ángulo de 75°, distancia de 7 cm con variaciones graduales y boquilla recta de 5 mm de diámetro.

Usando parámetros similares, en otros ensayos de limpieza, también sobre ladrillos manuales del siglo XIX pero en este caso con dos capas de pintura —esmalte y plástica—, la capa más superficial —ligeramente desprendida— se retiraba con facilidad; no así la que estaba en contacto directo con la cerámica, donde el tratamiento provocaba un picado superficial muy evidente.

Discusión y conclusiones

De los ensayos realizados y con los parámetros seleccionados, se puede concluir que la limpieza criogénica parece resultar viable cuando la adherencia entre el depósito a retirar y el sustrato no es muy elevada. La reducida adherencia hace que el tiempo de proyección sobre la superficie sea menor y, por tanto, se minimicen la mayoría de los efectos físicos del tratamiento y la afectación sobre los materiales.

En este sentido cabe indicar que, como presiones inferiores a 3 bar en manómetro no parecen tener un efecto de limpieza significativo, la reducción del tamaño del pellet o el empleo de nieve carbónica, que supondría una reducción en la masa del producto, podría permitir controlar y minimizar algunas de las alteraciones observadas.

Bibliografía

- Cold Jet. (2018). ¿Qué es la limpieza criogénica?. Recuperado el 18/09/2018, de <http://www.coldjet.com/es/information/what-is-dry-ice-blasting.php>.
- Ictech. (2018). What is Dry Ice Blasting?. Recuperado el 18/09/2018, de <https://icetechworld.com/dry-ice-blasting/>.
- Linde Group. (2017). Cryoclean® dry ice blasting. Recuperado el 18/09/2018, de https://www.linde-gas.com/en/images/Brochure%20Cryoclean%20DryIce%20Blasting_tcm17-121598.pdf
- Young, M. E., Urquhart, D. C. M. & Laing, R. A. (2003). Maintenance and repair issues for stone cleaned sandstone and granite building façades. *Building and Environment*, 38, 9-10, 1125-1131.
- Spur, G., Uhlmann, E., Elbing, F. (1999). Dry ice blasting for cleaning: process, optimization and application. *Wear*, 233-235, 402-411.
- Iglesias Campos, M. A. (2010). Métodos mecánicos para la limpieza de materiales constructivos: Proyección de abrasivos a baja presión. En J. Gisbert Aguilar (ed.), *La tecnología láser y otros métodos de limpieza y restauración de materiales pétreos* (pp. 29-43). Zaragoza: Libros Pórtico.

El projecte Nanorestart a la UB: avaluació de la consolidació de la tela des del punt de vista del conservador-restaurador

Marta Oriola, Gema Campo-Francés,
Anna Nualart-Torroja, Cristina Ruiz-Recasens

martaoriola@ub.edu

Introducció

La UB, a través del grup de Conservació-Restauració del Patrimoni de la Facultat de Belles Arts, és un dels 27 socis que participen al projecte europeu Nanorestart (www.nanorestart.eu, H2020, 2015-2018). El projecte té, entre altres, l'objectiu de desenvolupar nous productes basats en la nanotecnologia que serveixin per a la consolidació de la tela dels quadres.

Una de les tasques del grup de la UB en relació amb aquest objectiu ha estat l'avaluació d'aquests nous productes des del punt de vista del conservador-restaurador. Els productes basats en nanopartícules poden ser més eficients gràcies que la mida tan petita de les seves partícules proporciona una major superfície de reacció química activa i, en cas que calgui, una penetració més alta (Baglioni *et al.*, 2015).

Quan parlem de «consolidació de tela» o «consolidació del suport» ens referim a l'aplicació d'un producte al revers d'un quadre, és a dir, sobre el teixit degradat. L'objectiu pot ser donar una major resistència mecànica al teixit i, segons el producte, contrarestar també l'acidesa present per millorar la conservació del suport.

Metodologia

Determinació dels requisit necessaris d'un consolidant per a tela

El primer que va caldre fer va ser determinar quins són els requisits que ha de complir un consolidant del teixit d'un quadre des del punt de vista del conservador-restaurador per tal que els socis productors poguessin desenvolupar els nous productes. Per tal de fer-ho, es va fer una cerca de la bibliografia i una enquesta en línia que van contestar un total de 67 conservadors-restauradors de pintura de diferents països (Oriola *et al.*, 2017; Oriola *et al.*, en premsa a).

Substrats on fer les proves

Un cop els socis productors del projecte ens van fer arribar els nous productes desenvolupats, calia que nosaltres els apliquéssim i en féssim l'avaluació.

El teixit que fa de suport dels quadres és força resistent quan és nou. És amb el pas del temps i a través de l'acció dels diferents agents degradants que la tela dels quadres es comença a despolimeritzar, cosa que la fa més feble mecànicament (Bonfatti *et al.*, 1995). Per reproduir aquest estat de despolimerització de la tela va ser necessari generar teles envellides artificialment de manera que fos possible avaluar l'eficàcia dels nous productes consolidants.

Es van envellir mostres de tela de cotó de dues maneres diferents. En un primer cas les teles es van acidificar submergint-les en una solució d'àcid sulfúric 0,001 M (pH final de les teles 3,9) i després es van deixar assecar, mentre que en un segon cas es van submergir en una solució d'alum a l'1% (pH 4,8). En tots dos casos hi va haver una segona fase d'envelliment tèrmic controlat durant 18 dies (T 90 °C, HR 65%).

Per tal de tenir mostres envellides amb una inversió de temps menor, els socis de la Chalmers University van desenvolupar un sistema d'envelliment «accelerat» de la tela amb el qual també es van produir mostres (Nechyporchuk *et al.*, 2017). Un cop es tenien les mostres envellides, es van aplicar els nous consolidants produïts (Bridarolli *et al.*, 2018a; Nechyporchuk *et al.*, 2018) i es va passar a la fase d'avaluació.

Creació d'un «Diagrama visual d'avaluació»

El projecte contemplava dur a terme diferents anàlisis científiques per tal d'avaluar l'efectivitat dels nous consolidants (Bridarolli *et al.*, 2018b) però es demanava també l'avaluació des del punt de vista del conservador-restaurador.

Per tal de poder valorar els resultats d'aquesta avaluació que per naturalesa és subjectiva, es va idear un sistema que produís diagrames fàcilment comparables visualment. Aquesta aproximació ja s'ha usat prèviament en l'avaluació, per exemple, de nous sistemes de neteja (Daudin-Schotte *et al.*, 2010) i es va voler provar la seva idoneïtat en el cas que ens ocupa.

Es van seleccionar 5 ítems concrets (extrets dels requisits definits prèviament) que el conservador-restaurador ha d'avaluar de cada consolidant aplicat. L'avaluació es fa de manera numèrica donant una puntuació entre 1 i 5 (de menor a major grau de satisfacció). Les puntuacions obtingudes es tradueixen en un diagrama de cinc puntes per cada producte: com més gran és la figura final, major satisfacció hi ha amb el producte.

Resultats i discussió

Proposta de diagrama visual d'avaluació

Els cinc ítems a avaluar es van concretar en:

1. Percepció de l'efecte «consolidant» (més tenacitat de la tela en estirar en direccions contràries), per als productes consolidants / Efecte desacidificant, per als productes desacidificants.
2. Canvi de color.
3. Canvi de brillantor.
4. Mullat de la tela.
5. Facilitat d'ús i aplicació.

Una puntuació d'1 indica que no hi ha percepció de cap efecte consolidant, que hi ha un canvi inacceptable (augment de la rigidesa, canvi de color massa dràstic, producte massa perillós per la salut) o que és massa complicat de fer servir.

Una puntuació de 5 indicaria el producte perfecte en cadascun dels ítems avaluats, mentre que una puntuació intermèdia de 3, per exemple, indicaria un canvi acceptable però sense destacar.

Exemples d'aplicació

Un cop dissenyada la proposta de sistema d'avaluació, aquesta es va aplicar a consolidants usats tradicionalment per a la consolidació de la tela per tal de comprovar l'aplicabilitat de la proposta.0

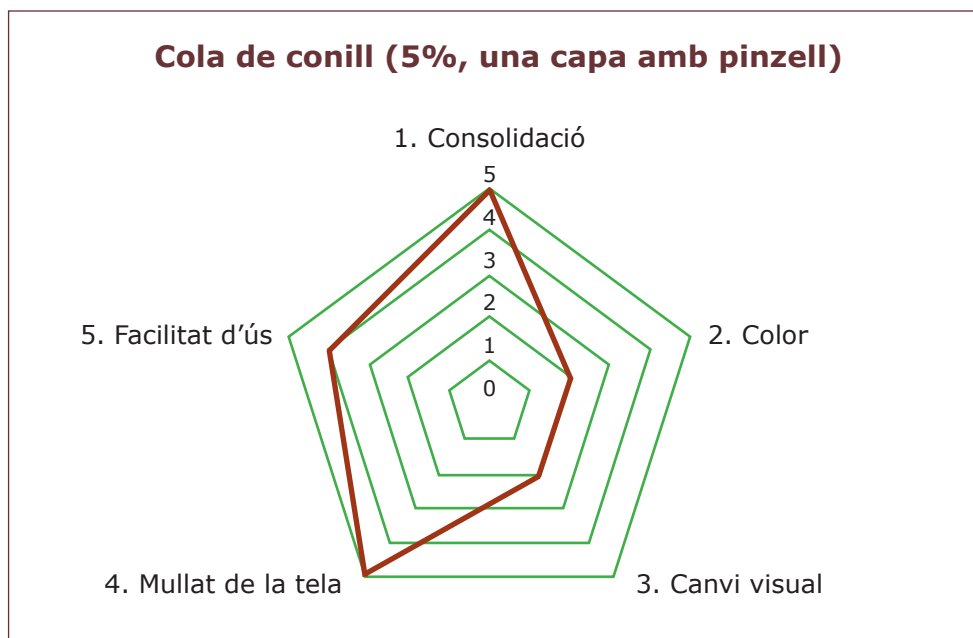


Diagrama visual d'avaluació de la consolidació de tela amb cola de conill.

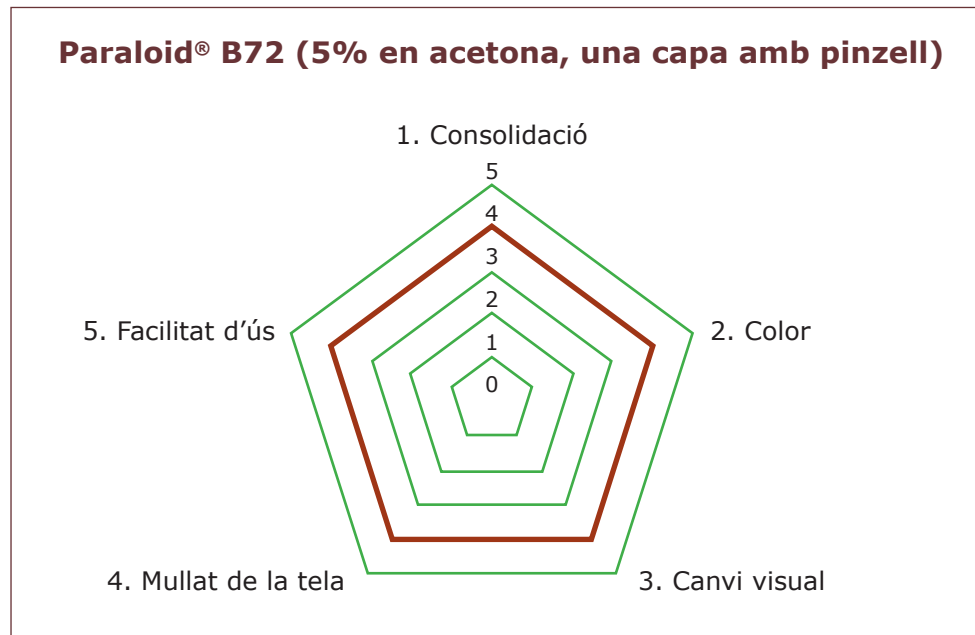


Diagrama visual d'avaluació de la consolidació de tela amb Paraloid® B72.

A més de la comparació visual dels diagrames, també es pot fer una mitjana aritmètica de les puntuacions obtingudes en cada ítem per reduir l'avaluació de cada producte a un sol valor numèric. En els dos casos exposats, per exemple, la cola animal obtindria una «nota» de 3,6 sobre 5 i el Paraloid® B72 un 4,2, cosa que ens permet concloure que el Paraloid® B72 genera més satisfacció.

Conclusions

Es confirma, doncs, que la proposta de diagrama visual pot ser una eina eficaç, també en el cas de l'avaluació dels productes consolidants de tela. Òbviament és crucial l'elecció dels ítems que convé

avaluar, ja que segons aquesta tria, els diagrames ens donaran informació sobre uns o altres aspectes. Com a desavantatge, cal mencionar que amb aquest sistema, tots els ítems adquireixen la mateixa importància quan en la realitat això no té perquè ser així. També cal recordar que com més gran sigui el nombre de conservadors-restauradors que testin un mateix sistema o problema que s'estigui avaluant, més fiables seran els resultats.

Els consolidants usats al projecte Nanorestart han estat avaluats seguint aquesta proposta i els resultats es presentaran al proper congrés final del projecte (Oriola *et al.*, en premsa b).

Agraïments

Aquesta recerca ha estat subvencionada per la Unió Europea mitjançant el programa de recerca i innovació Horizon 2020 (Nanorestart, acord de finançament núm. 646063).

Bibliografia

- Baglioni, P., Chelazzi, D., Rodorico, G. (Eds) (2015). *Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage. A compendium of materials and techniques*. Dordrecht: Springer.
- Bonfatti, A. M., Rossi, E., Sardella, A., Scicolone, G.C., Seves, A., Testa, G. (1995). Indagine sugli effetti del consolidamento di supporti cellulósici tessili a diversi stadi di degradazione. *Kermes*, 22, 11-17.
- Bridarolli, A., Nechyporchuk, O., Odlyha, M., Oriola, M., Bordes, R., Holmberg, K., Anders, M., Chevalier, A., Bozec, L. (2018, a). Nanocellulose-based Materials for the Reinforcement of Modern Canvas-supported Paintings. *Studies in Conservation*, 63, 5332-5334.

- Bridarolli, A., Odlyha, M., Nechyporchuk, O., Holmberg, K., Ruiz-Recasens, C., Bordes, R., Bozec, L. (2018, b). Evaluation of the Adhesion and Performance of Natural Consolidants for Cotton Canvas Conservation. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2018, 10, 39, 33652-33661.
- Daudin-Schotte, M., Bisschoff, M., Joodten, I., van Keulen, H., van den Berg, K. J. (2010) Dry Cleaning Approaches for Unvarnished Paint Surfaces. *Smithsonian Contributions to Museum Conservation*, 3, 209-219.
- Nechyporchuk, O., Kolman, K., Oriola, M., Persson, M., Holmberg, K., Bordes, R. (2017). Accelerated Ageing of Cotton Canvas as a Model for Further Consolidation Practices. *Journal of Cultural Heritage*, 28, 183-187.
- Nechyporchuk, O., Kolman, K., Bridarolli, A., Odlyha, M., Bozec, L., Oriola, M., Campo-Francés, G., Persson, M., Holmberg, K., Bordes, R. (2018). On the Potential of Using Nanocellulose for Consolidation of Painting Canvases. *Carbohydrate Polymers*, 194, 161-169.
- Oriola, M., Campo-Francés, G., Ruiz-Recasens, C. & Nualart-Torroja, A. (2017). Canvas Consolidation Survey and Treatment Requirements for the NANORESTART Project. En Rogerio, M. A., Mosquera, M. J., Almoraima, M. L. (eds), *Programme and Abstracts Technoheritage 2017, Cadiz, Spain 21-24 May 2017* (pp. 13). Cádiz: UCA.
- Oriola, M., Nualart-Torroja, A., Ruiz-Recasens, C. & Campo-Francés, G. Canvas (en premsa, a). Consolidation Survey and Treatment Requirements for the NANORESTART project (pp. 1-3). En *Technoheritage 2017, Cadiz, Spain 21-24 May 2017*, Leiden: Balkema.
- Oriola, M., Campo-Francés, G., Nualart-Torroja, A. & Ruiz-Recasens, C. (en premsa, b). Novel nanomaterials to consolidate the canvas support of paintings assessed from the conservator's point of view (pp. 1-8). En *Nanorestart Final Conference Proceedings*, Dordrecht: Springer.

El projecte Nanorestart a la UB: avaluació de diferents sistemes de neteja sobre capa de preparació alquídica

Anna Nualart-Torroja, Cristina Ruiz-Recasens,
Marta Oriola, Gema Campo-Francés

anualart@ub.edu

Introducció

El projecte de recerca Nanorestart, finançat per la Unió Europea mitjançant el programa de recerca i innovació Horizon 2020 (GA n. 646063) té diferents objectius, entre els quals el desenvolupament de sistemes de neteja per a diversos materials d'obres d'art contemporani que presenten reptes de resolució complexa. Des de la secció de Conservació-Restauració de la UB participem en el projecte en el Work Package 2 «New tools for cleaning» —entre altres— per valorar l'eficàcia dels nous materials desenvolupats en el marc del projecte, principalment els gels i alguns fluids nanoestructurats, en forma de microemulsions hidròfiles o lipòfiles (Baglioni *et al.*, 2015) per a la neteja de superfícies d'art contemporani.

La valoració del comportament dels nous materials s'ha fet per comparació amb altres mètodes de neteja coneguts i utilitzats pels conservadors-restauradors per a la neteja de superfícies pictòriques contemporànies, i aquells s'han analitzat sempre des del punt de vista del conservador-restaurador.

Les proves s'han fet estudiant el comportament d'un dels estrats que generalment no es consideren en els estudis dels sistemes de neteja: la capa de preparació, i concretament capes de preparació formulades amb resines alquídiques. L'elecció de les capes de preparació alquídiques com a cas d'estudi està relacionada amb les tres obres del fons de la col·lecció de la Facultat de Belles Arts escollides per a aquest projecte (figura 1).

En les tres obres, com és habitual en l'art modern i contemporani, la capa de preparació queda exposada i forma part del resultat estètic. Les tres obres presenten brutícia en forma de dipòsits de pols i ditades per tot el perímetre.

La capa de preparació no té ni la composició ni el comportament d'una capa pictòrica, tant pel que fa a l'absorció de la brutícia com pel que fa a la resposta als tractaments de neteja, però el fet que quedi exposada i sigui part del resultat estètic de l'obra suposa un repte afegit a la dificultat de neteja de la superfície pictòrica.



Figura 1. Obres de la col·lecció de Patrimoni UB analitzades: [1] Benages, Antoni, *Bondage*, 1995 (Inv. 1140) i [2] Margalef, Artur, *S/T* (tríptic), 1983 (Inv. 1321). Imatges: Anna Nualart.

Les teles preparades industrialment han rebut històricament diferents tipus de capes de preparació, formulades sovint amb materials no declarats pels seus fabricants. La composició bàsica d'una capa de preparació és la d'una càrrega inert aglutinada amb un lligant, a la qual s'hi poden afegir diversos materials, com ara pigments, resines, olis, tensioactius, conservants, entre altres.

De manera general, la funció de la capa de preparació és aconseguir una superfície apta per rebre la capa pictòrica, evitant el contacte directe de la pintura amb el teixit que li fa de suport, allisant el relleu de la superfície i donant-li un color homogeni, generalment blanc. Una capa de preparació alquídica està composta, de manera genèrica, per:

- 75%-90% de sòlids inorgànics (pigments i càrregues).
- 10-25% de lligant, compost d'oli de ricí (del 60 al 80% del total) i resina alquídica (en una proporció del 20 al 40%).¹

A més, s'hi troba un petit percentatge variable de diversos modificadors orgànics per controlar la viscositat, la tixotropia, afavorir la conservació, i accelerar l'assecatge (Van Gorkum, 2005). El seu ús artístic s'estén des dels anys trenta del segle xx fins l'actualitat (Stoner *et al.*, 2012).

Metodologia

Observació i documentació de les obres originals

Localització de diversos punts per extreure'n mostres per analitzar-les amb FTIR a fi de constatar que la preparació de dues de les obres conté resines alquídiques. A la tercera, els resultats no són conclouents i, per tant, es descarta.

Compra de teles amb preparació alquídica a Lenzos Levante,² que s'analitzen amb FTIR per documentar la presència de resines alquídiques a la capa de preparació.

Preparació de mostres de brutícia

Es disposa un grup de mostres de tela amb preparació industrial (sense analitzar) i s'hi aplica dos tipus de brutícia artificial: una brutícia formulada per Richard Wolbers i modificada per l'equip de la Tate Gallery (Ormsby *et al.*, 2013), que anomenem *Tate Soil*, i una segona brutícia greixosa, formulada per simular el greix de la pell per provar cosmètics, que anomenem *sebum soil* (Wertz, 2009).

Realització de proves de neteja

Damunt les mostres amb brutícia artificial es realitzen proves amb els sistemes habituals per retirar brutícia de la superfície pictòrica, tant en sec (goma d'esborrar, esponja d'estirè-butadiè —Akapad®— i esponja de desmaquillar a base d'èsters de poliuretà/estirè-butadiè i goma d'isoprè) com amb aigua tamponada a diferents pH amb tensioactius i quelants, i amb dissolvents (ligroïna, acetona i etanol) aplicats amb hisops per fregament i rodolant (*rolling-up*). (Vegeu les taules 1 i 2.)

Soiling	Cleaning product	Cleaning technique
Sebum soil	Ligroin	Cotton swab rolled-up
	Ligroin	Cotton swab gently rubbing
	Acetone	Cotton swab rolled-up
	Acetone	Cotton swab gently rubbing
	Ethanol	Cotton swab rolled-up
	Ethanol	Cotton swab gently rubbing
	Ligroin-Acetone 50% (LA5)	Cotton swab gently rubbing
	Ligroin-Ethanol 50% (LE5)	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O pH 5,5	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O pH 5,5 + Tween® 20	Cotton swab rolled-up
	H ₂ O pH 5,5 + Tween® 20	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O pH 5,5 + Tween® 20 + rinsing	Cotton swab gently rubbing + soft pressure with absorbent paper
	H ₂ O pH 7	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O pH 8,5	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O pH 7	Cotton swab rolled-up
	H ₂ O pH 7	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O pH 7 + Tween® 20	Cotton swab gently rubbing
	Eraser Staedtler Mars® plastic 526 50	In powder. Gently rubbing with a soft paint brush
	Eraser Staedtler Mars® plastic 526 50	In bar, gently rubbing
	Akapad® sponge in powder	Gently rubbing with a soft paint brush
Akapad® sponge (soft)	Gently rubbing	
Cosmetic sponge (Muji)	Gently rubbing	

Taula 1. Proves de neteja sobre brutícia artificial: *Sebum soil*

Soiling	Cleaning product	Cleaning technique
Tate Soil	Ligroin	Cotton swab gently rubbing
	Acetone	Cotton swab gently rubbing
	Ethanol	Cotton swab gently rubbing
	H ₂ O	Cotton swab gently rubbing
	Ligroin-Acetone 50% (LA5)	Cotton swab gently rubbing
	Ligroin-Ethanol 50% (LE5)	Cotton swab gently rubbing
	BS1 1% TAC	Cotton swab gently rubbing
	BS2 1% TAC	Cotton swab gently rubbing
	G1	Cotton swab gently rubbing
	Akapad® sponge powder	Gently rubbing with a soft paint brush
	Akapad® sponge (soft)	Gently rubbing
	Cosmetic sponge (Muji)	Gently rubbing

Taula 2. Proves de neteja sobre brutícia artificial: *Tate Soil*

Les primeres proves mostren una brutícia eliminable molt fàcilment. Abans de continuar es prova d'accelerar l'assecat de la brutícia artificial sobre retalls de tela amb preparació alquídica sotmetent-los a un curat per temperatura, mantenint-los durant 8 hores dins d'una caixa negra exposada a ple sol el mes de juny, per afavorir l'evaporació dels components volàtils de la brutícia artificial amb l'augment de temperatura.

Realització d'una bateria de proves amb els mateixos sistemes descrits anteriorment. La superfície de les mostres es documenta abans i després de les proves obtenint-ne imatges amb un microscopi digital de superfície, amb llum directa, llum UV i llum rasant, a 60x.

Preparació i documentació de mostres de tela amb preparació alquídica

Preparació de les mostres definitives de tela amb capa de preparació alquídica en les quals poder fer les proves de neteja sense posar en risc les obres originals.

Realització de plantilles per localitzar les proves de neteja a les mostres.

Documentació de la superfície de les mostres amb microscòpia confocal, per veure amb detall i en tres dimensions el relleu de la superfície.

Presa d'imatges de la superfície amb microscopi digital de superfície a 60x augments, amb llum directa, UV i llum rasant.

Proves de comportament amb sistemes de neteja no gelificats

Abans d'aplicar brutícia artificial a les mostres definitives es fan les proves de resistència a la fricció, als sistemes aquosos i als dissolvents —les mateixes realitzades abans per eliminar la brutícia— a la capa de preparació alquídica directament, per conèixer el seu comportament i poder-lo comparar amb els resultats dels tractaments amb els nous materials nano. Un cop realitzades les proves es tornen a capturar imatges de la superfície amb els mateixos augments i en les mateixes condicions de llum.

Proves de comportament amb sistemes de neteja gelificats

Es mesura el pH i la conductivitat de la tela amb preparació alquídica i es prepara aigua al pH i la conductivitat obtinguda. Es prova l'aigua adaptada amb els diferents sistemes de neteja: amb hisop, amb agarosa i amb els gels Nanorestore®.

Resultats

Els resultats de les diverses proves realitzades posen de manifest l'extrema fragilitat de les capes de preparació alquídica de les mostres, que atribuïm a una aplicació recent (de no més de dos anys) i per tant a un assecatge insuficient de l'aglutinant. En tots els casos en què s'ha desplaçat el material de neteja o l'instrumental per la superfície s'ha produït l'erosió de la preparació, amb el resultat de l'eliminació de material original i/o de la seva redistribució, deixant —en ocasions— els fils de la tela al descobert (figura 2).

L'exposició a temperatura elevada durant 8 hores produeix un canvi de comportament tant en la brutícia com en la capa de preparació alquídica de les mostres, que es tornen més resistents a la neteja i menys sensibles a l'erosió, fet que les fa més semblants al que podem trobar en casos reals.

L'aigua adaptada al pH i la conductivitat de la superfície aplicada amb els gels Peggy® en sèries de 2, 5 i 10 minuts respecta la integritat i la morfologia de la capa de preparació.

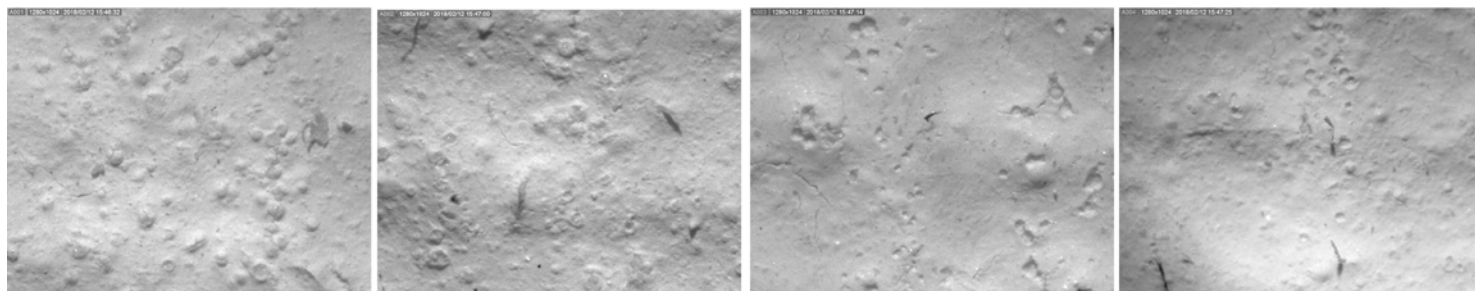


Figura 2. Capa de preparació alquídica (1) abans de tractar, (2) aplicació del fluid nanoestructurat BS1 1% TAC amb hisop *rolling-up*, (3) aplicació del fluid nanoestructurat BS1 1% TAC amb hisop amb fregament suau, (4) aplicació del fluid nanoestructurat BS1 1% TAC amb hisop amb fregament intens. S'aprecia l'evolució de la superfície, que va perdent relleu i afloren fibres de la tela del suport a mesura que augmenta l'efecte de l'erosió de l'hisop a la superfície. Imatges: Anna Nualart i Cristina Ruiz.

Discussió i conclusions

La capa de preparació alquídica aplicada a les teles emprades per a la confecció de les mostres era encara molt recent i, per tant, molt sensible a qualsevol sistema de neteja. Tanmateix, això ha permès comprovar l'eficàcia dels gels Nanorestore® (sèries Peggy® i XD) perfectament respectuosos amb la morfologia de la capa de preparació tot i la seva fragilitat.

La microscòpia confocal ha estat una molt bona eina per a l'estudi de la morfologia de les superfícies. A causa dels augments a què treballa, però, té la dificultat del reposicionament de la mostra en les coordenades exactes per a comprovacions successives, cosa que hem solucionat parcialment amb l'ús d'una plantilla perforada sobre la superfície de la mostra. Cal remarcar, però, que l'ús del microscopi digital de superfície a 60 i 200x, amb llum rasant, ha resultat ser una eina suficient per poder comprovar el relleu i l'efecte del procediment de neteja sobre la superfície de la capa de preparació.

Respecte dels mètodes de neteja tradicionals

L'aplicació de tècniques de neteja que suposen un desplaçament de material o d'instrumental en contacte amb la superfície —gomes, esponges, hisops— ha causat la pèrdua i la redistribució de la preparació i, en conseqüència, la pèrdua de la textura original, cosa que és totalment inacceptable des del punt de vista de la conservació-restauració de la capa de preparació.

Respecte dels gels

Hem pogut comprovar que els gels Nanorestore® tenen bones propietats per a la neteja de superfícies molt delicades.

Tenen bona retenció tant d'aigua com dels dissolvents que s'hi han carregat.

Els gels Peggy® tenen molt bona adaptació a superfícies irregulars (elasticitat i flexibilitat). Tenen certa tenacitat i costen una mica de tallar amb bisturí o espàtula, i es tallen millor amb tisores.

El gel XD és més rígid, no s'adapta tan bé a les superfícies irregulars i és una mica enganxós (possible problema en el cas de superfícies amb poca cohesió). Per contra, és transparent i permet el contacte visual amb la superfície, i és més fàcilment manipulable i tallable que els gels Peggy®.

La comercialització dels gels nano està en fase inicial: encara no es fabriquen a escala industrial i un cop encarregats potser calgui esperar uns dies per al seu subministrament.

Els gels són cars, tot i que es poden reutilitzar diverses vegades i es poden usar per les dues cares. Tanmateix, ben usats estalvien temps de feina, fet que en pot compensar el cost.

Els gels s'han de mantenir submergits en aigua desionitzada renovada i guardar preferentment a la nevera. Poden desenvolupar fongs i bacteris al cap d'uns dies si es contaminen a través de la reutilització i/o en cas de mala conservació. Tenen una durada limitada un cop fora de l'envàs original.

D'acord amb la bibliografia, els gels Nanorestore® no deixen residus a la superfície on s'apliquen (Domingues *et al.*, 2013)

Respecte dels fluids nanoestructurats

Són fluids per a un ús altament específic. Tot i que es comercialitzen en kits per fer proves, estan dissenyats per a usos molt concrets (Bagioni *et al.* 2005, 6-8).³

Es tracta de microemulsions, i recomanem fer un esbandit aplicant un gel amb aigua per minimitzar possibles residus dels tensioactius que, en principi, s'han dissenyat específicament per sublimar-se i desaparèixer.

Tot i estar formulats amb *green solvents*, recomanem adoptar mesures de protecció personal per al treball amb dissolvents.

Bibliografia

- Baglioni, P., Chelazzi, D., Rodorico, G. [Eds] (2015). *Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage. A compendium of materials and techniques*. Dordrecht: Springer.
- Domingues, J. A. L., Bonelli, N., Giorgi, R., Fratini, E., Gorel, F., Baglioni, P. (2013). Innovative Hydrogels Based on Semi-Interpenetrating p(HEMA)/PVP Networks for the Cleaning of Water-Sensitive Cultural Heritage Artifacts. *Langmuir*, 29, 8, 2746-2755.
- Ormsby, B., Soldano, A., Keefe, M. H, Phenix, A., Learner, T. (2013). An Empirical Evaluation of a Range of Cleaning Agents for Removing Dirt from Artists. *Acrylic Emulsion Paints. Postprints*, 23, 7787.
- Ploeger, R., Chiantore, O. (2013). Characterization and Stability Issues of Artists' Alkyd Paints. *New Insights into the Cleaning of Paintings: Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference*. Universidad Politecnica de Valencia and Museum Conservation Institute, 3, 89-95 Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Stoner, J. H., Rushfield, R. (2012). *Conservation of Easel Paintings*. London: Routledge, 249.
- Van Gorkum, R. (2005) Manganese Complexes as Drying Catalysts for Alkyd Paints. Doctoral thesis, Leiden University. <http://hdl.handle.net/1887/2309>
- Wertz, P. W. (2009). Human synthetic sebum formulation and stability under conditions of use and storage. *International journal of cosmetic science*, 31(1), 21-25.

Notes

1. Ploegger i Chiantore (2010) i informació verbal proporcionada per Raquel Gras, química de Lenzos Levante, el 17 de març de 2017.
2. <http://www.lienzoslevante.com>
3. <http://www.csgi.unifi.it/products/cleaning.html>



FACULTAT DE BELLES ARTS



UNIVERSITAT DE
BARCELONA



www.setmanaciencia.cat