

DEPARTAMENTO DE
CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

Conservación de Arte Contemporáneo

23ª Jornada

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFIA

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA
DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN–RESTAURACIÓN

Conservación de Arte Contemporáneo 23ª Jornada

Febrero 2022

MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFIA

El grupo de ponencias que recoge esta publicación fue presentado en la vigésimo tercera Jornada de Conservación de Arte Contemporáneo que anualmente organiza el Departamento de Restauración del Museo Reina Sofía, y que como el año anterior ha sido celebrada *online*. Las secuelas de la pandemia han dejado huella en los diferentes ámbitos de la vida de los museos, y así se refleja también en esta Jornada de Conservación en la que se han presentado un número menor de ponencias en comparación con jornadas anteriores. Pero esta experiencia anómala que hemos atravesado tiene a su vez un lado positivo, ya que nos emplaza a repensar críticamente sobre los modelos y métodos de trabajo mantenidos y proponer los cambios urgentes que requiere un nuevo paradigma social.

En este sentido, la ponencia presentada por Andreia Nogueira abre una puerta a reflexionar sobre la invisibilidad de la agencia creativa del conservador-restaurador desde una sugestiva comparación de su posición con la del intérprete musical, entendiendo su trabajo como la activación creativa de una pieza en la que intervienen tanto el artista como el curador y el restaurador, y saltando de la actuación silenciosa a ocupar un puesto visible.

En otra de las ponencias se expone el proyecto de restauración de un conjunto de películas experimentales realizadas por Eugenio Granell durante su exilio en el Nueva York de los años sesenta, practicado en un ámbito educativo por el equipo de trabajo de estudiantes y graduados del Máster de Archivo Cinematográfico de Elías Querejeta Zine Eskola. Fue un proyecto de aprendizaje colectivo e interdisciplinario que ha permitido preservar un conjunto de películas que amplían la perspectiva que se tiene de este artista.

Varios casos de estudio han incidido en la investigación del comportamiento de materiales tradicionales como el pigmento del azul de esmalte o la formación de jabones metálicos en pinturas al óleo, o bien, de otros que no habían sido considerados pero cuya presencia está muy extendida por su accesibilidad e inmediatez, como es el caso de la tinta azul de bolígrafo expuesta a la radiación sobre diferentes soportes. Otro caso de estudio de gran relevancia pone el foco en la conservación y restauración de los tejidos creados por Mariano Fortuny y Madrazo y Henriette Nigrin Brassart, que protagonizaron las artes escénicas y performativas de los primeros años del siglo XX.

La preservación del patrimonio fotográfico internacional es un asunto central que pertenece a lo común, a la historia compartida, y por ello celebramos el rescate de archivos particulares, como es el conjunto de fotografías realizadas en México por el fotógrafo pictorialista Hugo Brehme, cuyo proceso de restauración se ha expuesto en la presente Jornada. Por otra parte, desde Nápoles llega un trabajo sobre la restauración de obras pertenecientes al Sistema de las Estaciones de Arte, un museo de arte público creado a mediados de la década de 1990 que se expande entre el subsuelo y la superficie de las estaciones del metro napolitano.

Agradecemos a todos los participantes su apuesta por compartir estos proyectos de investigación y su esfuerzo por superar las dificultades añadidas en estos tiempos. Y en especial, agradecer a la Fundación MAPFRE por su generosa colaboración e implicación en estas jornadas desde sus comienzos.

Manuel Borja-Villel
Director del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía

Un año más, el Museo Reina Sofía, con la colaboración de Fundación MAPFRE, ha celebrado sus Jornadas de Conservación de Arte Contemporáneo, que este año han cumplido su 23ª edición, con el fin de difundir y dar a conocer las actividades que en este campo se dan en relación con las distintas disciplinas artísticas. Cerca de una decena de ponencias que han puesto de relevancia, una vez más, que el arte es un proceso vivo y en continuo cambio; no menos que la actividad del conservador y el restaurador que, cada día, debe hacer frente a nuevos retos con el fin de resolver las diversas situaciones que en los distintos campos artísticos se van presentando.

En esta nueva edición de las jornadas se han tratado cuestiones de conservación y restauración en torno a la fotografía y el cine, pero también se han abordado las posibles soluciones que pueden existir ante piezas más complejas, como las de arte cinético, en este caso concreto las del artista Elías Crespín. De forma paralela ha saltado a la palestra un caso particularmente llamativo: el proceso de conservación que se debe seguir en el metro de Nápoles, que alberga quince estaciones conocidas como "estaciones del arte" por contener obras contemporáneas de gran relevancia. Es el caso de la parada Salvator Rosa, circundada en el exterior por obras de artistas de la talla de Mimmo Rotella y Mimmo Paladino, y en el interior decorada con mosaicos y relieves de Enzo Cucchi, entre otros.

En nombre de Fundación MAPFRE y en el mío propio quisiera felicitar al Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía por la organización y el desarrollo de estas actividades desde hace ya más de veinte años. Quisiera mostrar también mi reconocimiento a los responsables directos de esta publicación, que, con su trabajo y esfuerzo, recuperan y unifican unas jornadas que hoy en día se han convertido en un espacio de referencia para todos los profesionales del sector.

Nadia Arroyo Arce
Directora del Área de Cultura de Fundación MAPFRE

En esta 23ª Jornada de Conservación y Restauración de arte contemporáneo, la segunda edición celebrada en modo virtual, a pesar de la ausencia de público confirmamos una excelente aceptación, llegando a una audiencia muy superior a otras convocatorias presenciales. Esta circunstancia quedó reflejada en las numerosas preguntas realizadas en directo, así como por la cantidad de correos electrónicos recibidos, lo que nos confirma una buena acogida por cientos de participantes distribuidos por distintos países del mundo.

En esta ocasión hemos comenzado con una ponencia de carácter teórico, reflexionando sobre el papel del restaurador en la creación contemporánea a cargo de Andreia Nogueira del Centro de Tecnologia, Restauro e Valorização das Artes – Techn&Art, del Instituto Politécnico de Tomar – IPT, Portugal, dando paso a continuación a varios estudios de caso.

Se ha tratado el soporte audiovisual en la ponencia sobre la preservación para el cine de Eugenio Granell, por la Elías Querejeta Zine Eskola. En cuanto a la arquitectura se expuso la restauración de la obra de Enzo Cucchi, *Sin título*, en la estación de metro Salvator Rosa– Università di Napoli. Y, entre otras, también las creaciones textiles de Mariano Fortuny y Madrazo y Henriette Nigrin, su conservación y restauración, por parte de Silvia Montero del Museo Reina Sofía.

Hemos complementado estas intervenciones con otras de carácter más experimental en el ámbito de la investigación de laboratorio, bajo el título de "Los pigmentos tradicionales en el arte contemporáneo: el azul de esmalte", por la Universidad Complutense de Madrid. Sobre las tintas se trató la metodología de estudio para determinar el comportamiento de las tintas de bolígrafo expuestas a la radiación, por la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Castilla La Mancha.

Como colofón, contamos con la intervención del artista venezolano Elías Crespín, con quien mantuvimos un fluido diálogo muy esclarecedor sobre su forma de trabajo y de documentación en las piezas de su creación.

Queremos agradecer, un año más, la colaboración de la Fundación MAPFRE, por su apoyo continuado a la labor de investigación, restauración y difusión del Departamento de Conservación–Restauración, representada en esta ocasión por Leyre Bozal, quien nos acompañó en la inauguración. Y, por supuesto, quiero agradecer a todo el equipo de Restauración que organiza cada año estas jornadas, con esfuerzo renovado y en colaboración con otros departamentos del Museo: Informática, Seguridad, Desarrollo estratégico y comercial y Actividades Editoriales, entre otros, para poder atender cada año esta cita del mes de febrero con la conservación y restauración de arte contemporáneo.

Jorge García Gómez–Tejedor
Jefe del Departamento de Conservación–Restauración
Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía

Índice

Descubriendo una maleta mexicana: preservación de una colección del fotógrafo pictorialista Hugo Brehme 13
ALEJANDRA NIETO VILLENA / ÁLVARO SOLBES GARCÍA / JUAN CAYETANO VALCÁRCEL ANDRÉS / JOSÉ REFUGIO MARTÍNEZ MENDOZA

Una nueva preservación para el cine de Eugenio Granell 27
CAROLINA CAPPA

Los pigmentos tradicionales en el arte contemporáneo: el caso del azul de esmalte 39
PATRICIA DE LOS REYES FÉLIX / BEATRIZ DE LOS REYES FÉLIX / MARTA PLAZA BELTRÁN

Formación de jabones metálicos en pinturas al óleo: metodología experimental para determinar la influencia de la humedad relativa variable 49
MARTA PÉREZ-ESTÉBANEZ / SUSANNA MARRAS / RUTH CHÉRCOLES-ASENSIO / MARÍA ANTONIA GARCÍA / MARGARITA SAN ANDRÉS

Reflecting upon the Invisibility of the Conservator's Creative Agency 59
ANDREIA NOGUEIRA

Metodología para determinar el comportamiento de las tintas de bolígrafo expuestas a la radiación 67
LUIS ERICK MIRAVAL GÓMEZ / RAMÓN J. FREIRE SANTA CRUZ / MARÍA DEL CARMEN PÉREZ GONZÁLEZ / RUTH MARÍA CHÉRCOLES ASENSIO / MARTA PÉREZ ESTÉBANEZ

Las creaciones textiles de Mariano Fortuny y Madrazo y Henriette Nigrin Brassart: su conservación y restauración 87
SILVIA MONTERO REDONDO

Restauración de la obra de Enzo Cucchi, *Sin título,* en la segunda salida de la estación Salvator Rosa, Línea 1 del metro de Nápoles 97
GIOVANNA CASSESE / MANLIO TITOMANLIO / MARIA CORBI / ALFREDA CAPONE

Biografías 107

Descubriendo una maleta mexicana: preservación de una colección del fotógrafo pictorialista Hugo Brehme

ALEJANDRA NIETO VILLENA / ÁLVARO SOLBES GARCÍA /
JUAN CAYETANO VALCÁRCEL ANDRÉS / JOSÉ REFUGIO MARTÍNEZ MENDOZA

La colección que se presenta en este estudio es un conjunto de fotografías donado tras la venta de un inmueble en la ciudad de San Luis Potosí (México). Su hallazgo, inédito por su composición supone un reclamo para las investigaciones realizadas hasta el momento sobre su autor, el alemán Hugo Brehme, uno de los fotógrafos pictorialistas más representativos de la historia de México. Con esta propuesta se busca poner en valor la colección a través de un proyecto de investigación que abarca diferentes fases, como su catalogación, el estudio histórico-artístico y la caracterización material de sus muestras. Este trabajo supone un ejemplo significativo para el rescate de archivos particulares que busca contribuir a la preservación del patrimonio fotográfico internacional.

ORIGEN DE LA COLECCIÓN

El campo de la conservación y la restauración de bienes culturales está conformado por un amplio abanico de especialidades delimitadas por la materialidad de los objetos artísticos. La variedad de soportes que recoge la historia del arte y la finalidad de conservarlos y difundirlos respetando tanto su naturaleza cultural como material, ha derivado en un ámbito profesional de la conservación del patrimonio muy heterogéneo, y que precisa de un gran número de especialistas para poder abarcar todas sus ramas. Desde este punto de vista, la conservación del patrimonio fotográfico se percibe como una de las áreas menos desarrolladas desde el ámbito académico y profesional. La vasta naturaleza de los archivos y la complicada tarea de gestionarlos no ha contribuido a facilitar su demarcación sobre fondos bibliográficos. Sin embargo, el valor patrimonial, identitario e histórico que puede recoger un acervo de cualquier tipología fotográfica, requiere la atención de los especialistas para focalizar los esfuerzos en recuperar su naturaleza intrínseca.

Derivado del tardío reconocimiento de la fotografía como fuente documental y, más todavía, como objeto artístico, hoy en día existen innumerables archivos en manos públicas y privadas que necesitan ser estudiados, rescatados y difundidos. Fue muy famoso el caso de la denominada *Maleta mexicana*, a la cual este trabajo ha querido hacer un guiño histórico, donde fueron encontradas tres cajas en una casa particular de la Ciudad de México que contenían un gran fondo de negativos fotográficos en blanco y negro (135 mm) sobre la Guerra Civil española, atribuidos a Robert Capa, Gerda Taro y David Seymour "Chim". La historia de estos tres reconocidos fotoperiodistas y el hallazgo de este tesoro resguardado en el International Center of Photography de Nueva York[1], sirvieron para producir el documental *The Mexican Suitcase* (Trisha Ziff, 2011) y el libro *La Maleta Mexicana*, por Guillermo Chao, dado el valor documental e histórico del conjunto.

La colección sobre la que versa este estudio se compone de un conjunto de ochenta y dos fotografías sobre papel, rescatadas de los bienes personales encontrados en una casa particular en la ciudad de San Luis Potosí (México). En este caso, su propietaria, Alicia Moncada, decidió donar todos sus objetos personales a los compradores de su vivienda, entre los que se encontraba este conjunto fotográfico. La casualidad quiso que parte de sus pertenencias fueran a parar a manos de especialistas en patrimonio de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) que lograron advertir sobre el potencial valor artístico y cultural de una parte de la heterogénea colección de fotografías datadas a principios del siglo XX [F. 01]. Entre numerosos registros de naturaleza diversa se encontraban fotografías en blanco y negro, negativos de varios formatos sobre soporte plástico, diapositivas, postales e imágenes a color, entre los cuales se halló una caja de medias de los años 50 que contenía un grupo de fotos que se destacaba por tener cualidades técnicas y compositivas muy evocadoras.

Después del hallazgo comenzó el proceso de investigación para determinar la posible autoría de las imágenes, las cuales, en su mayoría, recogían paisajes rurales de distintos lugares de México. Gran parte de las muestras incluían en el reverso un sello de tinta azul que señalaba el nombre del estudio del creador, "Hugo Brehme, México D.F.", casi siempre acompañado de una numeración y un texto descriptivo a lápiz donde se anotaba la localización de la toma.

HUGO BREHME Y EL PICTORIALISMO MEXICANO

El autor del conjunto es el fotógrafo alemán Hugo Brehme (Eisenach, 1882 - Ciudad de México, 1954), uno de los pioneros de la fotografía pictorialista en México, y considerado mentor del ilustre

[1] Estrada Ruiz Velasco, Guadalupe Mirasol. *Retos en la conservación de rollos negativos de 35mm. Caso de estudio: plan de conservación para* La Maleta Mexicana. Escuela de Conservación y Restauración de Occidente, 2011.



[F. 01]
Alicia Moncada en su oficina, alrededor de los años 50. Fotografía encontrada entre los bienes de su inmueble particular.

Manuel Álvarez Bravo[2]. Nacido en Alemania a finales del siglo XIX, y después de un viaje truncado al continente africano, llega al puerto de Veracruz en 1906 y emprende su aventura en el país que le verá crecer como fotógrafo. Además del reconocimiento histórico por su trayectoria artística y el relevante impacto en el imaginario nacionalista mexicano, destacó por editar el primer libro de imágenes fotográficas impreso con una técnica artesanal, el fotograbado, lo que le permitía destacar los planos y líneas compositivas en sus tomas[3].

Brehme participó en numerosas publicaciones extranjeras, *National Geographic* entre ellas, con la que colaboró en varias ocasiones con algunas de sus imágenes más representativas[4], siendo habitualmente citado por destacar la identidad nacional mexicana a través de sus fotografías y por su repercusión artística en México y en el extranjero. La publicación de su *México pintoresco*, en cuatro idiomas, y su éxito como retratista de las revueltas revolucionarias, le llevó a ser considerado el mejor exponente de la belleza natural y cultural de México. Realizó varias expediciones al Popocatépetl[5] y supo retratar con una óptica extraordinaria los picos de Orizaba, del Nevado de Toluca, o el de Colima, entre otros. En la colección aquí analizada se encuentran imágenes inéditas de algunos de estos paisajes, así como algunos entornos urbanos y obras del entonces Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía, donde se reconocen algunas de sus piezas más emblemáticas [F. 02].

La primera edición de *México pintoresco* vio la luz en 1923 con la técnica del heliograbado[6]. Conformado por ciento noventa y siete imágenes que representan temáticamente los monumentos y arquitectura citadina, los emplazamientos más pintorescos de la República y las alusiones a un glorioso pasado prehispánico. Este libro recoge, a través de la mejor tradición pictorialista del siglo XIX, el costumbrismo del México revolucionario. Sus imágenes, cargadas de romanticismo, se contraponen a la visión más documentalista propuesta por la Nueva Objetividad, corriente en boga en la fotografía de los años veinte. En este sentido, la apuesta de Brehme por un imaginario romántico al estilo del gusto europeísta, tenía principalmente un fin comercial basado en la difusión de sus imágenes en diferentes medios, como la prensa, las revistas de divulgación, los libros o las tarjetas postales. *México pintoresco* fue traducido al inglés, al francés y al alemán, y dio pie a la edición publicada dos años más tarde en Alemania, titulada *Mexiko* (1925), que ha sido consultada para esta publicación[7].

[2]
Brehme, Dennis. "Hugo Brehme: un gigante de la fotografía mexicana". *Alquimia*, n.º 16, 2002, pp. 7-22.

[3]
Mendoza Avilés, Mayra. "El México de Hugo Brehme". *Alquimia*, n.º 41, 2011, pp. 62-67.

[4]
Rodríguez, José Antonio. "El imaginario de Hugo Brehme". *Alquimia*, n.º 16, 2002, pp. 28-29.

[5]
Guevara Escobar, Arturo. *Hugo Brehme, una mirada diferente.* 4º Congreso Mexicano de Tarjetas Postales, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2011.

[6]
Mendoza Avilés, Mayra, *óp.cit.*

[7]
Esta publicación fue consultada en la Biblioteca Histórica de la Universitat de València en 2021.



[F. 02]
Sala de exposiciones del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía de la Ciudad de México, alrededor de 1915 (fotografía HB_023).

Otros datos de interés se relacionan con la conocida destreza técnica del autor y el manejo de su equipo y material de laboratorio. Cabe destacar el uso de cámaras con lentes muy luminosas de origen alemán y su habilidad para calcular los tiempos de exposición y su control de la luz[8]. También merece resaltar que fue notablemente reconocido por el uso de algunas técnicas fotográficas, como las impresiones al platino o las gomas bicromatadas[9], que ayudaron a demostrar, desde la base del pictorialismo, la intención de ensalzar la fotografía como una técnica artística donde el trabajo de laboratorio distinguía al fotógrafo comercial del buscador de la belleza de las imágenes. El uso de los elementos naturales como ornamentos de la composición y la inclusión de figuras humanas como agentes de referencia cultural, habla también de la intención de Brehme por construir una imagen romántica, costumbrista y poética del territorio mexicano.

Además del valor artístico de sus imágenes, también destacó por su forma de mostrar México al mundo a través de escenas idílicas que señalan los orígenes culturales de la nación mexicana. Así, sus colecciones han adquirido un valor documental sin precedentes. Como muestra de ello, en el año 2002, la SINAFO (Sistema Nacional de Fototecas, México) a través del programa Memoria del Mundo de la UNESCO[10] logra por primera vez el reconocimiento de esta entidad internacional sobre la colección de Hugo Brehme.

DOCUMENTACIÓN DE LA COLECCIÓN

Para el ejercicio descriptivo de la colección se emplearon herramientas y equipos diversos, combinando el estudio de las fuentes escritas y orales con las técnicas de análisis científico a nuestro alcance. En primer lugar, se realizó un proceso de digitalización a través de una mesa de reproducción

[8]
Vera Trejo, Heladio. "El horizonte técnico en Hugo Brehme". *Alquimia*, n.º 16, 2002, pp. 44-45.

[9]
Casas, Benigno. "Hugo Brehme: el paisaje romántico y su visión sobre lo mexicano". *Dimensión Antropológica*, vol. 41, 2007, pp. 173-201.

[10]
Instituto Nacional de Antropología e Historia. Sistema Nacional de Fototecas. Fototeca Nacional de México. *Registro de Memoria del Mundo*. 2002.

y una cámara digital profesional para registrar el anverso y el reverso de cada muestra, con especial interés en los sellos y marcas, el texto manuscrito y las intervenciones realizadas sobre la imagen. Para ello se utilizó una cámara réflex digital con lente macro y una carta de color sobre una mesa de reproducción con focos de luz día KAISER (36W). Este registro sirvió para conformar un sistema de catalogación de las muestras del conjunto a partir del modelo basado en la Norma Mexicana NMX-R-069-SCFI-2016[11], creada específicamente para la estandarización del sistema de catalogación de fondos fotográficos en México.

[11] Secretaría de Cultura CONACULTA. *Norma Mexicana NMX-R-069-SCFI-2016*. 2016.

También se realizó un registro fotográfico técnico multibanda (UV-Vis-NIR) empleando luces especiales para la caracterización de la colección. Para ello se utilizaron filtros infrarrojos, focos de fluorescencia infrarroja, ultravioleta y una caja de luz para las tomas de luz transmitida. Además, el uso de la lupa binocular y el microscopio estereoscópico (1X, 4X y 10X) con cámara integrada, proporcionó información detallada de la conformación estratigráfica de las muestras, y contribuyó al objetivo de identificar algunos de los procesos fotográficos empleados por el autor en esta colección. También se realizaron exámenes a través de un equipo de espectroscopía infrarroja ATR-FTIR modelo Alpha II, de marca Bruker, considerando tres áreas para la medición: luces altas, medias y bajas (corresponden a tonalidades blanco-gris-negro) en cada muestra. Esta propuesta se fundamenta en las diferencias de concentración de sales de plata u otros compuestos fotosensibles que se encuentran en cada una de las áreas y la posible repercusión en los resultados obtenidos. La medición se realizó a una resolución de 4 cm^{-1}, sesenta y cuatro escaneos, y obteniendo información en un rango del espectro de 4000-500 cm^{-1}.

SISTEMA DE CATALOGACIÓN

En la primera fase del proyecto se realizó el registro completo de toda la colección, compuesta por ochenta y dos piezas en blanco y negro sobre papel, y con un tamaño 13x18 cm (5x7 pulgadas). Este registro se empleó para conformar una catalogación del conjunto basado en la Norma Mexicana NMX-R-069-SCFI-2016 de fotografía (2016), que indica los campos necesarios para registrar documentalmente las fotografías de cualquier fondo o colección. La catalogación es un proceso largo y delicado que se realizó de forma simultánea al resto de estudios y análisis.

La norma pretende unificar el sistema de catalogación de los fondos y archivos fotográficos de México, y se dispone principalmente en tres niveles: metadatos de creación, de forma y de contenido. La primera parte, definida como “creación”, contiene las características del conjunto documental que se refieren al autor, los títulos, las fechas, los lugares y el formato de creación de la imagen. También encontramos en esta categoría el proceso fotográfico en el que fue concebida la imagen y las inscripciones que contenga. En la categoría de “forma” se registran los datos de control, como clave y los números de inventario, así como el estado de conservación de la muestra. En el tercer y último apartado, denominado de “contenido”, encontramos información referida al contexto funcional de la toma, como pueden ser los descriptores para la búsqueda o el género al que pertenece.

La conformación de un sistema de catalogación normalizado permite identificar los conjuntos documentales, facilitar la información y servir a las investigaciones visuales. Además de este propósito, la catalogación actúa como un instrumento de conservación preventiva, no solo por recoger la información histórico-artística de las imágenes y hacerla accesible a todo el mundo, sino porque contribuye a la difusión y valoración del patrimonio fotográfico mundial.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

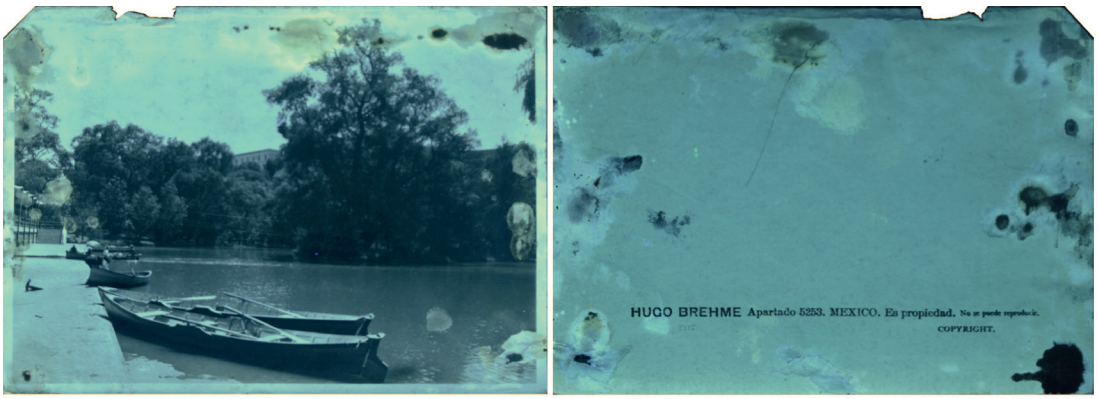
Como parte de los resultados obtenidos mediante el uso de las herramientas anteriormente descritas, podemos afirmar que el estado de conservación de la colección es malo. Gran parte de las fotografías han sido arrancadas de un soporte secundario de papel, probablemente las hojas de un álbum, y presentan restos de adhesivo y del propio soporte en varios puntos de unión en el reverso. El almacenaje inadecuado de las muestras ha contribuido a la aceleración de los deterioros, así como al solapado de algunos soportes a través de los restos de adhesivos presentes. Muchos soportes han dañado la imagen de plata de otras muestras, y un porcentaje significativo presenta daños irreversibles, como lagunas, rasgaduras o cortes que impiden la correcta lectura de las obras. Estos daños también interfieren en la identificación de números de catálogo asignados por el autor, que están presentes en la mayoría de las fotografías y afectan en gran parte a la imagen documental. Otro deterioro relevante que se debe señalar, además de los restos de materiales ajenos a la obra, son los derrames de materiales extrínsecos por identificar, que se encontraban en contacto con las muestras [F. 03].

El registro por medio de la fluorescencia ultravioleta (UVF) es una herramienta que ayuda a reconocer fácilmente dónde se localizan materiales ajenos a la obra y la proporción en la que se presentan.

La respuesta de algunos compuestos, principalmente orgánicos, ante la excitación de una fuente de energía ultravioleta, sirve para diferenciar algunos materiales añadidos, alteraciones de la superficie o la presencia de hongos y microorganismos, entre otros datos. En la figura vemos la muestra HB_050 en su anverso y reverso, donde podemos identificar restos de materiales ajenos a la obra original, pérdidas de la emulsión en la imagen fotográfica e incluso algunas manchas que se localizan en el reverso y que probablemente estén relacionadas con el arranque de un soporte secundario, manchas de adhesivo y microorganismos en el soporte celulósico [F. 04].



[F. 03]
Anverso y reverso de la muestra HB_009 de la colección. La imagen presenta una mutilación, restos adheridos del soporte de otra fotografía y adhesivo en el reverso.



[F. 04]
Anverso y reverso de la fotografía HB_050, registrada mediante fluorescencia ultravioleta (UVF) en la que se observan alteraciones sobre el soporte y la imagen.

DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS

En primer lugar se elaboró una relación de características formales y físicas de cada muestra, que pudieran ayudar a establecer vínculos documentales, históricos o técnicos sobre el origen de la colección o la intención artística del autor: la posible datación de los distintos sellos de laboratorio, la posición y los materiales empleados en las firmas, las anotaciones manuscritas, la presencia o ausencia de virados, entonados de la imagen, el grosor del soporte, la presencia de bordes que evidencian un revelado por contacto o la posible relación entre los números de serie asignados por el autor.

Realmente, existen muchos atributos que relacionan y distinguen unas muestras de otras, por lo que dedicarles atención y aprender a interpretarlos puede estrechar lazos temporales entre la toma y el revelado de la imagen, como por ejemplo los viajes de Brehme y su colega Matteson, o correlacionar la localización de los distintos estudios del fotógrafo alemán. Algunas otras marcas de identidad pueden arrojar suposiciones sobre la autoría, la temporalidad de la imagen o la pertenencia a una o varias colecciones.

Cabe destacar que en el proceso de documentación de esta colección se observó una variedad de notas, inscripciones y sellos muy interesantes. Se hallaron referencias a otras colecciones patrimoniales, como la perteneciente al Instituto Nacional de Antropología e Historia, que se encuentra en la Fototeca Nacional (SINAFO), compuesta por unas 2323 piezas con autoría reconocida de Brehme[12]. Entre estos artefactos se identificaron la mayoría de las marcas, sellos e inscripciones coincidentes con la colección de la Sra. Moncada.

Son relevantes las caligrafías manuales realizadas a lápiz; la inscripción de numeraciones, tanto en el reverso como en el anverso de la imagen; las leyendas de autor; y los múltiples sellos originales en tinta azul y negra (se han logrado identificar hasta seis tipos de sellos distintos). También se identificaron unas muestras coincidentes con esta misma colección donde, además de su sello de estudio más popular "HUGO BREHME - MÉXICO D.F. 5 de mayo, 27 - Apartado, 5853. Es propiedad. Copyright", encontramos el sello "Negative by Sumner Matteson", que en su totalidad presentan un probable entonado al cobre, y sobre las cuales pueden formularse hipótesis muy interesantes sobre la autoría de algunas tomas. Se sabe que ambos participaron en algunas expediciones a los volcanes mexicanos y que las fotografías de la colección de la SINAFO fueron positivadas después de la muerte del fotógrafo norteamericano en 1920[13].

Otra de las líneas de investigación en las que se obtuvieron resultados fue en la relación comercial y personal entre ambos autores. Existe un amplio debate sobre la autoría de muchas de las

[12]
Mendoza Avilés, Mayra. "La colección Hugo Brehme". *Alquimia*, n.º16, 2002, pp. 41-43.

[13]
Mendoza Avilés, Mayra. "Mitos y realidades en México Pintoresco". *Alquimia*, n.º49, 2013, pp. 31-43.

fotografías atribuidas al alemán. En el caso de Sumner W. Matteson (1867-1920), parte del debate se centra en su muerte prematura, en 1920, en un hotel de la Ciudad de México (parece que cercano al estudio de Brehme), debido a un enfisema pulmonar después de una excursión a los volcanes cercanos a la capital mexicana. Algunas publicaciones de los seguidores y especialistas en la obra de Brehme[14] aseguran que tras la pérdida del fotógrafo norteamericano desaparecen numerosos negativos y positivos que le acompañaban. Es también conocida la relación amistosa y comercial entre ambos fotógrafos, por lo que resulta complejo establecer una afirmación contundente sobre la propiedad y autoría de algunas imágenes.

La fama y el éxito conseguido por el fotógrafo con la publicación de *México Pintoresco* y su actividad editorial y comercial hacen a los investigadores dudar de la autoría de algunas imágenes publicadas bajo su marca "Fotografía Artística Hugo Brehme". Resulta innegable su contribución a la difusión de la cultura y la identidad nacional mexicana. La posible relación comercial con Matteson no le resta mérito. Sin embargo, sí parece justo poner en valor la contribución de Matteson a esa visión documental y artística, además de reconocer su papel en la historia del pictorialismo mexicano. Con motivo de esta polémica se están analizando algunos aspectos formales de la colección de la Sra. Moncada con el fin de contribuir a esclarecer algunas de estas afirmaciones.

Otro ejemplo es la hipótesis arrojada sobre la figura humana encontrada en la fotografía HB_063. Con las macrofotografías logramos conocer en profundidad fragmentos de la imagen que aportaron valiosa información al estudio. En la imagen general podemos ver la composición de un paisaje rural en donde la técnica de revelado acentúa un bajo contraste tonal que no permite destacar blancos ni negros puros. En el análisis de la imagen encontramos de manera accidental una figura humana posando en el fondo, que a primera vista pasa desapercibida. Con el acercamiento se puede observar la figura de un hombre de mediana edad que, por sus rasgos físicos, en primera instancia, podría corresponder a su colega Matteson (esta imagen muestra un posible virado al cobre, sin embargo, no presenta el sello de atribución del negativo de Matteson). En este caso, y tras la revisión de otras fuentes documentales, hallamos varias fotos de grupo de las expediciones de Brehme en las que aparece Guillermo Weber, uno de los socios comerciales más longevos del autor [F. 05].

Hugo Brehme. Pueblos y paisajes de México[15] es una publicación editada por Miguel Ángel Porrúa en colaboración con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), y que tiene como objetivo destacar su profundo sentido visual y donde se revelan algunos datos personales del fotógrafo. Entre esos datos comenta que alrededor de 1914 se asoció con Guillermo Weber, un suizo de habla alemana que vivió en México durante el Porfiriato, y que fue apodado por los colegas mexicanos como "Tío huevo" por la similitud fonética de su apellido. Señala que se complementaban muy bien y que juntos crearon Fotografía Artística Hugo Brehme, marca con la que el fotógrafo sellaba sus obras. Su colega suizo se encargaba de la parte comercial y de contabilidad, y él de la parte artística y técnica. Aquí se ha localizado una imagen de una expedición donde aparece Brehme junto a Weber y otros colegas, lo que ha destapado la incógnita sobre la identificación de la figura de la muestra HB_063, tratándose de su socio. Gracias a esta fotografía se puede proponer que la imagen fuese tomada en la misma época, e incluso en la misma expedición, pues Weber parece portar la misma vestimenta en ambas.

Otro de los hallazgos de relevancia en relación con la revisión de la publicación *Mexiko* (1925) fue comprobar que algunas de las fotografías del conjunto de la Sra. Moncada aparecían representadas en este libro en diferentes formatos. Por un lado, encontramos aquellas imágenes que muestran una modificación del encuadre de la escena original, como en el caso de la representación de un paisaje silvestre a los pies del pico de Orizaba. Este formato refuerza, como si se hubiera

[14] Guevara Escobar, Arturo. "Waldemar Melchert en el catálogo comercial Hugo Brehme". *Historias*, n.º 102, diciembre de 2020, pp. 65-97. Mendoza Avilés, Mayra. "Mi querida Claire". *Alquimia*, n.º 57, abril de 2017, pp. 60-61.

[15] *Brehme, Hugo. Pueblos y paisajes de México*. Editorial Miguel Ángel Porrúa, 1992.



[F. 05]



[F. 06]

[F. 05]
A la izquierda, la muestra HB_063 presenta un virado al cobre. A la derecha, un acercamiento de la figura que posa al fondo y abajo, en blanco y negro, la imagen de la expedición encontrada en *Hugo Brehme, Pueblos y Paisajes de México* (1992).

[F. 06]
A la izquierda, *Panorama silvestre al pie del pico Orizaba*, publicada en *Mexiko* (pág. 17), y a la derecha la muestra HB_030 de la colección. En el reverso, a lápiz, "Camino al pico de Orizaba".

aplicado un acercamiento de la imagen, un primer plano del elemento principal de la escena, ya sea el famoso pico veracruzano o el enmarcamiento entre árboles del paisaje [F. 06].

Por otro lado, tenemos una segunda tipología en la que la fotografía es representada en el libro tal cual se capturó [F. 07]. En la figura, a la izquierda, se observa la representación de una gran cactácea que tiene como fondo la majestuosa pirámide del Sol, en la actual zona arqueológica de Teotihuacán; a su derecha, un tlachiquero (extractor de aguamiel) trabaja en una plantación extensiva de agaves para la producción del pulque. Aunque no se puede asegurar que las imágenes del archivo hayan sido utilizadas para las diferentes ediciones de *México pintoresco* y *Mexiko*, los sellos originales de los diferentes estudios del autor y las notas manuscritas dejan abierta esta posibilidad. Fue un fotógrafo que destacó por darle un marcado carácter comercial a su producción, por lo que estos registros podían haberse utilizado para cualquier tipo de impresión seriada, ya fuera en prensa, revistas o algún tipo de álbum ilustrado.

Aunque esta última tipología de reproducción es la más habitual entre las fotografías de la Sra. Moncada y las encontradas en *Mexiko*, otras de su acervo personal aparecen en la publicación *México, una nación persistente*[16], catálogo que reúne algunas de sus tomas más emblemáticas.

[16]
Tovar, Rafael, *et al. México, una nación persistente: fotografías*. Editorial Miguel Ángel Porrúa, 1995.

[F. 07]
Arriba a la izquierda, *San Juan Teotihuacán. Pirámide del Sol* (pág. 46). Derecha, *Tlachiquero chupando el pulque de una planta de agave* (pág. 84) de la publicación *Mexiko*. Abajo a la izquierda, la muestra HB_ 049, en el reverso, a lápiz, "La pirámide del sol. San Juan Teotihuacán". Abajo a la derecha, HB_051, en el reverso, a lápiz, "Tlachiquero".

[F. 08]
Arriba, *Nevado de Toluca (II)* y *Paisaje del Nevado de Toluca (I)*, aparecen separadas en *México, una nación persistente* (1995). Abajo, la fotografía HB_083, único ejemplar que aparece unido en formato panorámico; en el reverso: "Iglesia Salto de Agua".



[F. 07]



[F. 08]

En esta ocasión, otras imágenes representativas, como las vistas a los volcanes Popocatépetl o el popularmente conocido Nevado de Toluca, forman parte de la colección estudiada. Cabe destacar que esta última, conformada por una doble fotografía en formato horizontal, construye una magnífica imagen panorámica de la cordillera volcánica del Estado de México [F. 08].

RETOQUE EN POSITIVOS FOTOGRÁFICOS

Además de la identificación de deterioros o alteraciones en las muestras, el registro nos permitió reconocer la naturaleza de algunos materiales agregados a las fotografías, como intervenciones del autor o retoques en la imagen. En algunas imágenes de la colección podemos identificar la intervención del autor sobre la pieza, buscando modificar la composición final. Estos recursos artísticos eran comúnmente empleados en el trabajo de laboratorio, donde los fotógrafos buscaban una composición específica o la eliminación de elementos distractores para modificar la funcionalidad de la imagen. Algunos optaban por alterar el negativo original, y otros, como el caso de Brehme, preferían positivar la imagen para retocarla y mantener el negativo intacto.

Gracias al uso de equipos especializados se han podido reconocer algunas figuras eliminadas por el autor e identificar retoques que buscan resaltar las cualidades de luz, brillo o sombreado en la composición de la imagen. En la muestra HG_019 encontramos una fotografía intervenida por el autor, donde ha enmascarado completamente el fondo con una gruesa capa de pigmento blanco y ha realizado retoques en la imagen de plata que deja a la vista a modo de brillos o puntos de luz. En el reverso encontramos marcas, anotaciones manuscritas y restos de adhesivo y del soporte al que fue adherido [F. 09].

En el caso de reproducciones de objetos y piezas arqueológicas, en su mayoría pertenecientes al antiguo Museo Nacional Arqueológico de México, las fotografías presentan este tipo de intervenciones. Como hipótesis, se cree que las fotografías tomadas *in situ* eran reveladas y posteriormente retocadas con pintura para eliminar los fondos. Finalmente, la imagen ya retocada se volvía a fotografiar en el estudio o eran empleadas para revistas, periódicos o incluso catálogos de arte mediante sistemas de reproducción seriada.

Las tres imágenes de la figura corresponden a la misma muestra (HB_019), con una toma general, una con luz transmitida y otra toma de detalle. En esta última se observa sutilmente, entre la fotografía y el recubrimiento pictórico, una marca de registro con el número “18”, posiblemente



[F. 09]
A la izquierda, fotografía general de la muestra HB_015, que corresponde a unas piezas arqueológicas del Museo Nacional, y presenta enmascaramiento de los fondos y retoques sobre la pieza. A la derecha, la misma imagen tomada con luz transmitida y luz infrarroja.



[F. 10]

[F. 10]
A la izquierda, la muestra HB_019 presenta un recubrimiento del fondo y retoques negros y blancos sobre la pieza. En el centro, imagen tomada con luz transmitida permite reconocer elementos eliminados con el retoque, como una cartela y una marca de registro. A la derecha, un detalle del registro "18" de la pieza.



[F. 11]

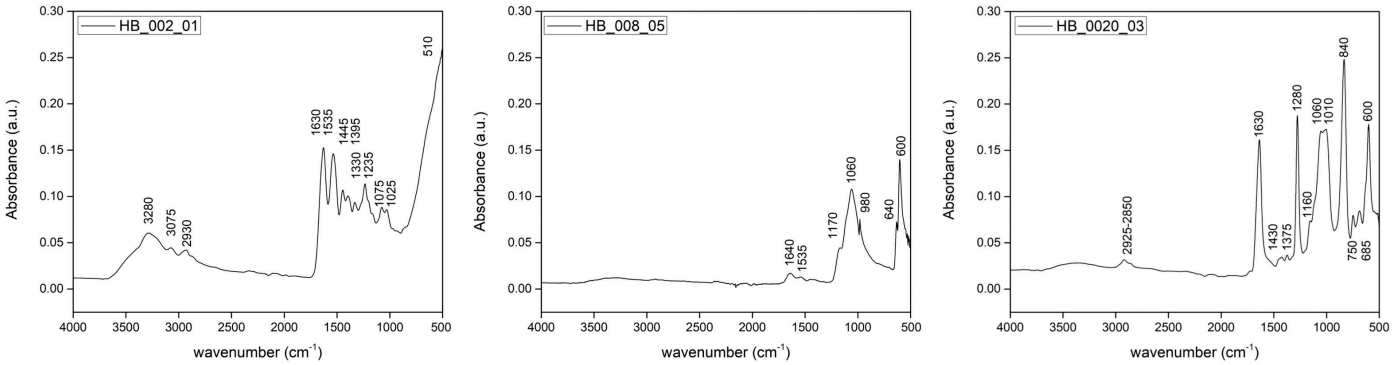
[F. 11]
A la izquierda, la muestra HB_016, donde se advierte el retoque sobre algunas figuras de la imagen. A la derecha, la misma muestra tomada con luz transmitida y fuentes infrarrojas permiten identificar los elementos cubiertos de la composición.

relativa a una numeración asignada por el museo. También, en la parte inferior de la toma central es posible reconocer una pequeña cartela y una peana [F. 10].

A través de la mesa de reproducción combinada con la cámara digital y empleando filtros infrarrojos y luz transmitida, logramos registrar la imagen subyacente en la muestra HB_016. En este caso el autor enmascaró varios elementos de la toma como los dos árboles localizados en el mismo plano compositivo que las cúpulas erigidas sobre un cielo limpio y también fue unificando sombras no deseadas en los muros exteriores del inmueble. La escena resultante queda delineada por el perfil que generan las dos cúpulas del recinto religioso, enfatizando una línea diagonal que recorre la composición y divide la escena entre la parte terrenal y celestial. Anecdóticamente, la figura de un niño parece observar al fotógrafo, sentado sobre una alberca de piedra en la esquina inferior derecha [F. 11].

ESTUDIOS DE ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA ATR-FTIR

Tras el examen visual y microscópico de las fotografías, se puso en consideración la probabilidad de que la mayoría de las muestras fueran procesos de plata-gelatina sobre papel, proceso más común y



[F. 12]
De izquierda a derecha: espectro FTIR de una fotografía con aglutinante de gelatina, espectro con las bandas del sulfato de bario (capa de barita) y bandas de nitrato de celulosa correspondientes a un aglutinante de colodión.

extendido en la primera mitad del siglo XX. La presencia de algunos elementos distintivos, como los virados, las diferencia en la escala tonal, superficies mates y brillantes o la diversidad de gramajes de los soportes, condujo a la posibilidad de seguir explorando este conjunto a través de técnicas no invasivas que proporcionaran información extraordinaria sobre su composición fisicoquímica.

Para conseguirlo se realizaron mediciones mediante el empleo de un equipo de espectroscopía infrarroja con reflectancia total atenuada (FTIR-ATR), y los resultados obtenidos fueron bastante reveladores. Se han identificado muestras de diferente naturaleza, y podemos afirmar que existen procesos de impresión al colodión que presentan posibles virados al oro y/o al platino. Para poder discriminar la presencia de este tipo de compuestos metálicos, se propone, en un futuro próximo, poder realizar estudios de fluorescencia de rayos X (XRF), técnica no invasiva, muy versátil para el estudio de fotografías.

Como estaba previsto, se identificaron también piezas que presentan procesos fotográficos con aglutinante de gelatina. En su mayoría se trata de impresiones al gelatinobromuro de plata, sin embargo, es necesario contar con otros estudios para poder afirmarlo, mediante el reconocimiento, por ejemplo, de la capa de barita con la que contaban estos papeles. La presencia de gelatina también puede relacionarse con otros procesos de revelado, como los bromóleos o los papeles al carbón, entre otros, que empleaban este compuesto como aglutinante de la emulsión fotográfica. Para lograr discriminar los pigmentos fotosensibles o la presencia de tintas, se propone, además de la señalada XRF, el empleo de la espectroscopía Raman.

Asimismo, se realizaron mediciones sobre los recubrimientos pictóricos agregados por el autor en la intervención de algunas muestras, con el objetivo de lograr identificar el tipo de pigmento y posible aglutinante pictórico empleado. Como se ha comentado, existen muestras que presentan bandas claramente asociadas a los procesos que emplean aglutinantes de gelatina (HB_002_01), donde se reconocen las amidas situadas en 1630, 1535, 1445 y 1395 cm^{-1}, y que se corresponden a las señales típicas del principal aglutinante proteico de la emulsión fotográfica. En el espectro que corresponde a la muestra HB_008_05 podemos reconocer las bandas del sulfato de bario en 1170, 1060, 1060, 980, 640 y 600 cm^{-1}. Este espectro fue obtenido de un área de la muestra, que presentaba una pérdida de la emulsión fotográfica y donde quedaba a la vista el estrato intermedio de capa de barita. En el caso de la muestra HB_0020_03, se reconocen las principales bandas del nitrato de celulosa en 1630, 1280 y 840 cm^{-1}, respectivamente, asociadas al aglutinante de colodión [F. 12].

Anteriormente se emplearon equipos Micro-FTIR o μFTIR para el estudio de fotografías sobre papel, donde fue posible identificar las bandas correspondientes al sulfato de bario, así como las de gelatina[17]. Se abre, ante esta circunstancia, una puerta para profundizar sobre la influencia del

[17]
Nieto Villena, Alejandra, *et al.* "Microscopía de fuerza atómica como herramienta de caracterización de superficies fotográficas", *La ciencia y el arte VI*. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (España), 2017, pp. 166-82.
Nieto Villena, Alejandra, *et al.* "Atomic force microscopy as a tool for binder identification in ancient photographic processes", *Surface and Interface Analysis*, vol. 50, n.º 4, 2018, pp. 496-515, doi:10.1002/sia.6408.

sistema de medición de cada equipo en la identificación de unos u otros compuestos en muestras fotográficas sobre papel. Esto se traduce en la disyuntiva de elegir un sistema de medición u otro, en función de la muestra y objetivos de investigación que queramos alcanzar.

Por ejemplo, un equipo μFTIR que permite mediciones en puntos concretos de la muestra, puede localizar la señal de capas inferiores como la capa de barita ($BaSO_4$), propia de las impresiones a la gelatina o al colodión, pero también presenta un grado menor de discriminación de los compuestos, ya que algunas bandas solapadas pueden dificultarnos la interpretación de los resultados. En el caso de los equipos FTIR-ATR, que realizan una medición a un nivel más superficial, no ayuda a reconocer capas subyacentes si la más externa es muy gruesa, perdiendo, por ejemplo, el reconocimiento de la capa de barita.

CONCLUSIONES

La preservación de un fondo fotográfico descontextualizado, como el caso de este conjunto perteneciente a Hugo Brehme, se ha apoyado principalmente en la documentación y el análisis formal de las muestras que lo componen. Comprender las relaciones históricas, sociopolíticas y tecnológicas de este grupo de fotografías ha logrado conformar una valiosa anatomía cultural y artística del autor, a pesar de las lagunas testimoniales y la existencia de algunos vacíos documentales sobre el origen de la colección.

La labor documentalista y técnica del autor puede ser reconocida a partir de los recursos técnicos empleados en la ejecución de algunas de sus imágenes. Es probable que su sistema de retoque tuviera una relación directa con la intención pictorialista de sus imágenes y que, incluso, le permitiera dimensionar la visión romántica y onírica de sus composiciones. El recurso de enmascaramiento empleado sobre los positivos de papel encontrados en la colección de la Sra. Moncada nos ayudan a identificar la intención transformadora de sus fotografías, el empleo de diferentes procesos fotográficos de impresión dependiendo del contraste conferido por un aglutinante de gelatina o colodión y el dominio técnico del retoque manual sobre positivos basado en la función de la imagen final.

Por otro lado, los sistemas de catalogación de acervos documentales se dirigen a organizar y preservar los datos más distintivos de cada ejemplar. En este sentido, el diseño de la Norma Mexicana para la catalogación de fondos fotográficos busca estandarizar un sistema normalizado para esta tipología de documento y, en esta colección, ha supuesto una herramienta imprescindible para su estudio. Además, servirá en un futuro para una óptima difusión de la colección a través de un prisma más práctico y objetivo.

A pesar de las múltiples líneas de investigación todavía abiertas, cabe señalar que se trata de un hallazgo sobre una colección inédita, de gran valor histórico-artístico. Este hecho nos obliga a poner al alcance de cualquier persona toda la información recopilada, tratar de emplear los recursos multimedia y las plataformas especializadas en la preservación del patrimonio fotográfico con el fin de difundir una parte importante de la memoria visual de México.

Finalmente, y a raíz de este fortuito descubrimiento, queremos reforzar la idea de que queda mucho trabajo por hacer en el ámbito de la conservación de la fotografía, desde la formación de especialistas, también desde la creación de infraestructuras para su enseñanza y difusión, y, por último, con la mejora de las plataformas de financiación dirigidas al rescate de la memoria visual colectiva.

Una nueva preservación para el cine de Eugenio Granell

CAROLINA CAPPA

Las películas del artista Eugenio Granell fueron rescatadas y exhibidas por primera vez al público en 2003. Desde entonces, una serie de exhibiciones permitió el acceso y el estudio de las obras, promoviendo su incorporación a las narrativas de la historia del cine español, de las que permanecían ausentes. No obstante, y pese a su relevancia y fragilidad, aún no habían sido sometidas a un proceso de preservación a largo plazo.

En este artículo se exponen las prácticas llevadas a cabo durante este proceso en las películas de creación de Eugenio Granell, en el marco de una acción de investigación impulsada durante 2021 por Elías Querejeta Zine Eskola con la colaboración de la Fundación Eugenio Granell y Filmoteca de Galicia.

Este artículo fue elaborado sobre la base de la presentación de febrero de 2022 en las 23ª Jornadas de Conservación de Arte Contemporáneo del Museo Nacional Reina Sofía, realizada conjuntamente por Borja Rodríguez, Amaia Badiola, Julia Cortegana de la Fuente y Pablo Adiego, estudiantes y graduados del Máster de Archivo Cinematográfico de la EQZE y principales responsables de la ejecución técnica del proyecto.

Eugenio Granell (A Coruña, 1912 - Madrid, 2001) fue un artista gallego de reconocida trayectoria dentro del movimiento surrealista. Destacado principalmente por su obra pictórica, fue también escultor, poeta, ensayista, fotógrafo, músico, profesor y, por lo que nos interesa en este estudio, cineasta. Durante algún tiempo solo se conocía el vínculo que había creado Granell con el cine a través de alguno de sus textos publicados. Inicialmente por una serie de artículos recogidos en el periódico dominicano *La Nación*, el primero de ellos bajo el título "La pintura y el cine"[1], y más tarde a través de tres guiones cinematográficos de películas que nunca llegaron a filmarse. No fue hasta 2003, dos años después de su muerte, que la aparición de un grupo de películas develaría al cineasta creador vinculado directamente con la materia fotoquímica.

En efecto, Eugenio Granell creó un conjunto de piezas cinematográficas entre los años 1960 y 1980 utilizando los formatos de paso reducido de 8 mm y Super 8 mm. Sus películas se dividen, por un lado, en una serie de registros familiares y domésticos y, por el otro, en una serie de piezas con voluntad de obra y vinculadas con su práctica pictórica. Un total de cuarenta y dos documentos fílmicos forman el fondo Granell, actualmente custodiado por la Filmoteca de Galicia, antes Centro Galego de Artes da Imaxe (CGAI), y cuya derechohabiente es Natalia Fernández Segarra, hija de Eugenio, directora de la Fundación Eugenio Granell.

Siete pequeñas películas realizadas durante su exilio en Nueva York, entre 1960 y 1963, forman el conjunto de obras cinematográficas [F. 01], también llamadas: películas de creación, películas de vanguardia o películas de arte, según Alberte Pagán[2], cineasta, investigador y principal responsable de la recuperación de estas piezas. La dificultad inicial para conceptualizar estos materiales póstumos, que solo se habían proyectado en el ámbito familiar y que posiblemente estuviesen inacabados, ha llevado a que estas piezas sean, en ocasiones, calificadas como "titubeos", "irrelevantes" u "obras de un simple aficionado", y que el propio Granell, según su mujer Amparo Segarra, las considerara sin valor[3]. El giro conceptual se produce en 2003, cuando fueron rescatadas y exhibidas por primera vez en público, gracias al trabajo de la Filmoteca de Galicia y Alberte Pagán en el marco de la exposición *Imaxes do soño en liberdade: O cinema de Eugenio Granell*, que tuvo lugar en la Fundación Eugenio Granell de Santiago de Compostela. Esta acción archivística y curatorial fomentó el estudio del cine de Granell y promovió su inscripción en la historia del cine gallego y español, tal como señala Pagán:

> "Después del descubrimiento público de estas breves películas de Granell tenemos la obligación de, si se nos permite la afirmación, reescribir la historia del cine gallego. Las películas de Granell vienen a llenar un hueco en el raquítico cine patrio, constituyéndose como las primeras y únicas cintas experimentales de su historia"[4].

Durante aquel proceso de revelación pública, las películas fueron puestas en circulación de distintas maneras: en formato de vídeo instalación, durante la exposición en la Fundación Eugenio Granell en 2003[5]; proyectadas en su formato original, en junio de 2010 —¿acaso por única vez?—, en la antigua cárcel provincial de A Coruña, durante la primera edición del *(S8) Mostra de Cinema Periférico da Coruña*[6]; y solo una de ellas, *Lluvia*, fue incluida en las exhibiciones del programa *Del éxtasis al arrebato. 50 años del otro cine español*, organizado por el Xcèntric, en el Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB), en mayo de 2010[7].

Para la exhibición de las películas en estos ciclos se hicieron copias en vídeo magnético por el proceso conocido como telecine o telecineado, que serían las mismas que luego se compartirían en

[1] Granell, Eugenio. "La pintura y el cine", *La Nación*, República Dominicana, 14-01-1947, compilado en Granell, Eugenio, *Ensayos, encuentros e intervenciones*, Madrid, Huerga y Fierro Editores, 1998, pp. 279-281.

[2] Pagán, Alberte. *Imaxes do soño en liberdade: o cinema de Eugenio Granell*, A Coruña, Centro Galego de Artes da Imaxe, 2003, pp. 111-112 [en gallego en el original].

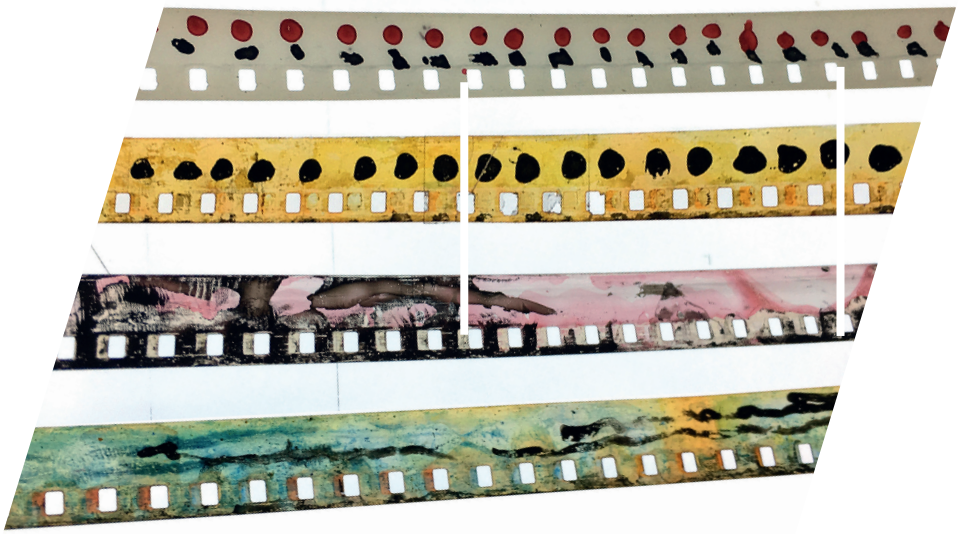
[3] *Ibid*, p. 114.

[4] *Ibid*, p. 116

[5] Pena, Jaime. "Granell (y los límites de) la experimentación en el cine gallego", *Actas del Congreso Interdisciplinar Eugenio Granell,* Santiago de Compostela, abril de 2006, p. 204.

[6] *(S8) 1ª Mostra de Cinema Periférico*. A Coruña, 3 al 6 de junio de 2010 [cat. exp.].

[7] Xcèntric - Centre de Cultura Contemporània de Barcelona (CCCB), *Del éxtasis al arrebato. 50 años del otro cine español*, 2010, https://www.cccb.org/es/actividades/ficha/del-extasis-al-arrebato/218963 [Última consulta: 22-06-2022]



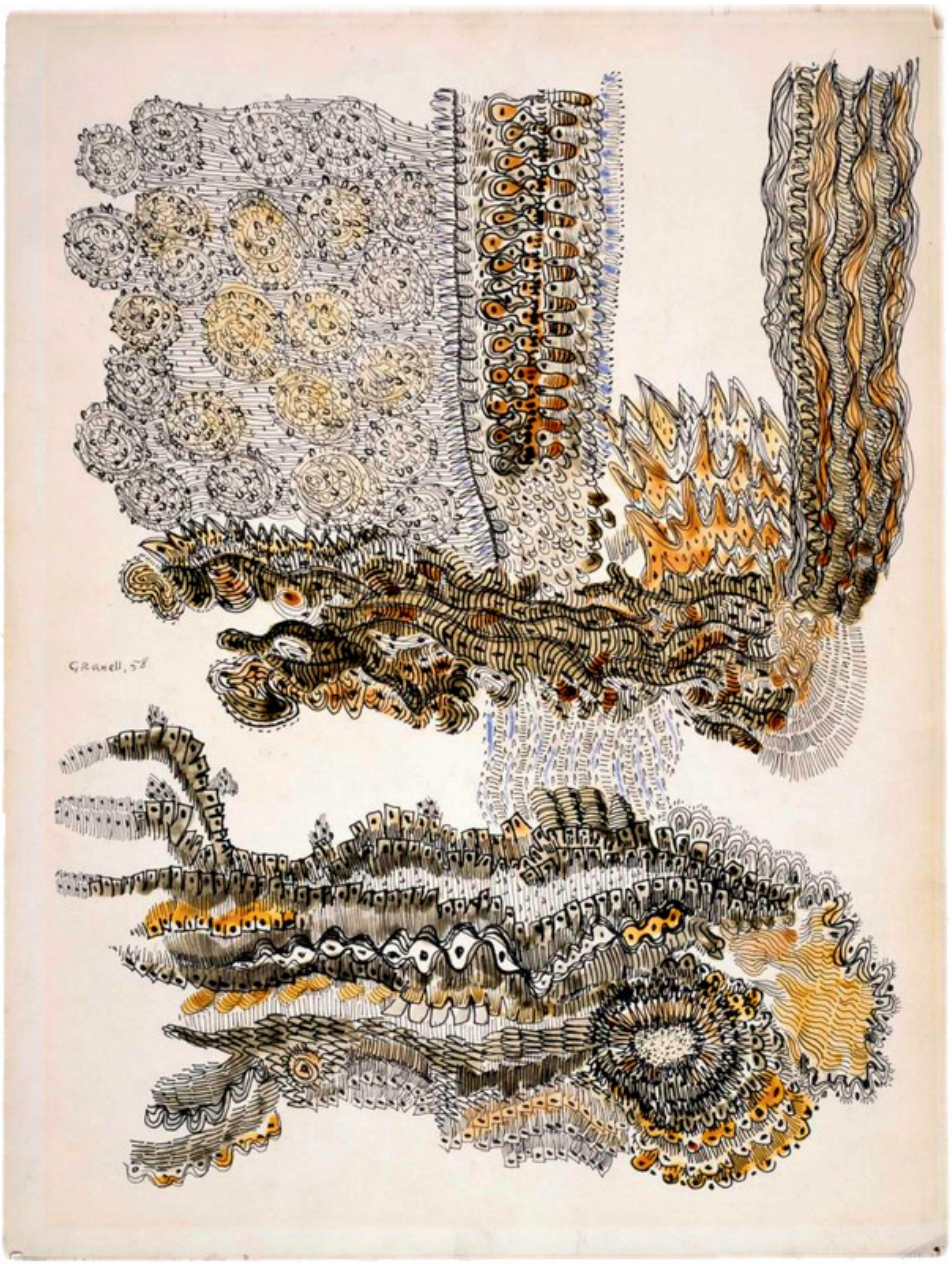
[F. 01]
Inspección física de *Dibujo* (arriba) e *Invierno* (abajo).

YouTube. El método consiste en obtener una copia en vídeo, generalmente vídeo magnético, en este caso Betacam SP, a través del uso de una cámara que graba la proyección del soporte fotoquímico original. Las copias obtenidas a través del telecineado, ideado originalmente para transformar las obras en soporte fílmico a imagen electrónica para emitirlas por televisión, tienen características técnicas tales como la resolución estándar (576i o líneas activas entrelazadas) o la velocidad de reproducción de 25 fotogramas por segundo (siendo PAL la norma de vídeo de España), que difieren de las especificidades de la película original. Si bien esta tecnología permitió, por entonces, crear copias de acceso que fomentaron la circulación del cine, sus limitaciones técnicas no permiten que hoy podamos considerarlas como copias de preservación a largo plazo, debido a la pérdida de las características constitutivas de las piezas originales.

Casi veinte años después, aquellos *transfers* a vídeo han quedado lejos de las posibilidades que hoy ofrecen las herramientas digitales de captura y procesamiento. A partir de esta falta inicial de prácticas de conservación, así como de la relevancia de las obras en el contexto del cine español, en 2020 se puso en marcha un convenio conjunto entre Elías Querejeta Zine Eskola, la Filmoteca de Galicia y la Fundación Eugenio Granell para realizar una nueva digitalización y su posterior restauración digital, de tal modo que se asegurara un nuevo acceso y permanencia al cine del artista a través de la utilización de las nuevas y mejoradas tecnologías de preservación existentes actualmente. En este texto se pretende describir y documentar las prácticas, el contexto y las tecnologías que intervinieron en la nueva preservación del cine de Eugenio Granell.

PELÍCULAS DE ARTE

Como muchos artistas de su generación, Eugenio Granell desarrolló su vida personal y su carrera en un exilio político que duraría desde 1939 hasta la mitad de los años ochenta. Durante este tiempo establece relaciones de amistad y estéticas con figuras clave del arte contemporáneo, como André Bretón o Marcel Duchamp. El reconocimiento de su obra comienza solo tras su regreso a España, en 1985, y puede verse reflejado en la creación de la Fundación Eugenio Granell, en 1995, o en la adquisición de cuatro de sus obras por parte del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía



[F. 02]
Reproducción de *Oiseau heureux* (Pájaro feliz).

(MNCARS) en el año 2000, tres pinturas: *Despertar de la selva* (1945), *Desde dentro de la cueva* (1947), *Arquitecto Mágico* (1958); y el dibujo *Oiseau heureux* (*Pájaro feliz*) (1958) [F. 02].

El descubrimiento póstumo de las cuarenta y dos películas sucede en el año 2002, en su casa de Madrid. Un total de treinta y cinco de ellas pertenecen a registros familiares, y las siete restantes a películas de creación. Estas siete obras, a su vez, se pueden dividir en dos grupos: el primero formado por *Trompos*, *Middlebury 1962 (Verano)*, *Casa* y *Película hecha en casa con pelota y muñeca*, películas realizadas utilizando una cámara tradicional de cine; y el segundo formado por *Invierno*, *Lluvia* y *Dibujo*, realizadas sin cámara, es decir, intervenidas directamente sobre el soporte fotoquímico.

Dentro del grupo realizado con cámara aparece *Trompos* ([1961], positivo reversible, blanco y negro, 2 metros, 35 seg.), donde se pueden ver cómo dos peonzas juegan la una con la otra. Estas dos



[F. 03]



[F. 04]

peonzas fueron un regalo del matrimonio Duchamp al matrimonio Granell en los años cincuenta, en Nueva York. Por su parte, *Middlebury 1962 (Verano)* ([1962], positivo reversible, blanco y negro, 16 metros, 4 min. 14 seg.) [F. 03] registra una comida de campo que, sin embargo, dista de lo meramente doméstica. Aquí Granell utiliza el recurso de la doble exposición para filmar dos veces el mismo lado de la película de 8 mm, de forma que, cuando se procesa en el revelado, las dos imágenes aparecen superpuestas una encima de la otra, dotándolas de un efecto multidimensional y abstracto. Separada también de los registros meramente domésticos, está la más pequeña de las piezas: *Casa* ([1963], positivo reversible, blanco y negro, 2 metros, 30 seg.), que se compone de solo tres planos, en los cuales Granell muestra su espacio de trabajo. La última de las películas con cámara es la única del grupo realizada en color: *Película hecha en casa con pelota y muñeca* ([1962], positivo reversible, color, 19 metros, 4 min, 23 seg.), acaso la película más ambiciosa cinematográficamente de Granell, en la cual crea una narrativa a través de los elementos del título.

El segundo conjunto es el de las películas realizadas sin cámara, en las que Granell manipula directamente el soporte fotoquímico, pintando, rayando y animando cuadro a cuadro, produciendo, según Pagán: "una pintura cinética que encaja en la tradición experimental inspirada por la pintura abstracta y por el dadaísmo, padre del cine experimental"[8]. En *Invierno* ([1960], positivo reversible, color, 19 metros, 4 min. 39 seg.) y *Dibujo* ([1961], positivo reversible, color, 4 metros, 57 seg.), Granell pinta directamente sobre la base transparente del soporte, en ocasiones creando pequeñas animaciones, fotograma a fotograma. Mientras que en *Lluvia* ([1961, positivo reversible, color, 9 metros, 2 min. 20 seg.), la intervención se realiza rayando directamente sobre una emulsión fotográfica que había sido filmada previamente, pero que había quedado subexpuesta, es decir, convertida en una base negra de la cual, y a través de heridas punzantes, logra extraer destellos de colores blanco y azul.

La inscripción de estas películas como parte de la historia del cine gallego y español está vinculada no solo con su aparición en 2003, sino también con su descripción archivística. A diferencia de las películas domésticas, estas siete piezas tienen un título. No es un título que aparece en las películas, pero sí se manifiesta en los envases o en las colas de seguridad de inicio o final, con la letra manuscrita del propio Granell [F. 04]. Ante la ausencia de documentación sobre

[F. 03]
Fotograma de *Middlebury 1962.*

[F. 04]
Envases originales de las películas de Granell.

[8]
Pagán, Alberte. "Os ballets mecánicos de Eugenio Granell, cineasta experimental", *Actas del Congreso Interdisciplinar Eugenio Granell,* Santiago de Compostela, abril de 2006, p. 187 [en gallego en el original].

las películas y su contexto, el título aparece como indicador de una voluntad de obra, especialmente a partir de la propia concepción de Granell sobre los títulos, cuestión que oportunamente rescata Pagán de las entrevistas al artista:

> "Hasta que aparece el nombre, para mí es el momento de pasarlo mal, porque no sé lo que he hecho. Pero, por fin, un día lo encuentras. La obra para mí es eso. No está completa hasta que no tiene título"[9].

En términos archivísticos es importante también indicar que las duraciones de las películas fueron determinadas a partir de una asignación de velocidad de reproducción de 18 cuadros por segundo, semejante a la de la exhibición original —diferente a los 25 cuadros por segundo de las copias en vídeo magnético PAL—; y que las fechas fueron atribuidas a partir de la información de los envases y de los códigos del fabricante del soporte fotoquímico. No obstante, ni la velocidad original de proyección —y, por tanto, su duración— ni la fecha pueden ser determinadas con certeza, debido a la ausencia de documentación complementaria que las confirme, quedando así abiertas a futuras modificaciones en caso de que apareciera nueva evidencia.

[9] E. Granell entrevistado por J. Ruiz, "El antropólogo de su memoria", C. A. Molina, *Eugenio Granell*, Diputación Provincial A Coruña, 1944, p. 342, recuperado desde Pagán, Alberte, *Imaxes do soño en liberdade: o cinema de Eugenio Granell*, p. 115.

[10] Cherchi Usai, Paolo. *Silent Cinema: an introduction.* Londres, British Film Institute, 2000, p. 66 [en inglés en el original].

PRESERVAR CINE DE ARTISTA

El objetivo de un trabajo de restauración cinematográfica es crear nuevos elementos de preservación y acceso que puedan servir como "copia fiel" de las películas originales. En el caso del cine de Granell, la creación de nuevas copias digitales se justifica por la fragilidad material de las películas primarias, que no podrían seguir siendo proyectadas sin ser dañadas. Las nuevas copias deben servir para preservar las películas en el futuro, pero también para poder volver a exhibirlas, permitiendo la reproducción de los objetos y de las experiencias originales.

La complejidad de este objetivo yace en el mismo concepto de restauración cinematográfica. Esta disciplina se instala en un terreno en constante cambio que solo es posible entender en relación con el momento histórico y tecnológico en el que se inscribe. Paolo Cherchi Usai ofrece una buena definición:

> "La restauración es el conjunto de procedimientos técnicos, editoriales e intelectuales que apuntan a compensar la pérdida o degradación de los materiales y que, por ende, devuelven a la película al estado lo más cercano posible de su condición original"[10].

En el caso del cine, por tratarse de un medio basado en la reproducibilidad, la dificultad por definir el alcance del término "original" ha sido siempre un asunto central. El original puede ser muchas cosas diferentes: la película como ha sido exhibida por primera vez, tal vez luego de un proceso de censura o recorte de distribución; la película tal como la quería el realizador; la película tal como ha sobrevivido, con sus huellas de desgaste, degradación o manipulación; la película reconstruida a partir de fragmentos de distintas procedencias; etcétera. En el caso del cine de Granell, que es un caso compartido por otros cines de artístas y periféricos, el dilema del concepto original se simplifica: solo contamos con un elemento, que son aquellos originales producidos por el artista, sin posibilidad de que existan otras copias o versiones. La restauración a partir de materiales únicos adquiere necesariamente una interpretación de la restauración con perspectiva documental.

Pero, es importante puntualizar otra característica del trabajo de restauración cinematográfica, que en el caso de Granell sí es determinante: a diferencia de la restauración de las artes visuales en



[F. 05]
Comparación de un fotograma de *Película hecha en casa con pelota y muñeca,* según la copia de vídeo magnético de 2003 (izquierda) y la nueva captura de imagen (derecha).

general, la preservación fílmica supone no solo la supervivencia de los objetos originales sino la garantía de que las obras puedan ser proyectadas o reproducidas. Continúa Cherchi Usai:

> "El término 'restauración' en la preservación audiovisual es también diferente de su equivalente en la mayoría de las otras disciplinas, en el sentido de que necesariamente involucra la reproducción de la fuente. Se limpia una pintura, se hace el tratamiento de un lienzo y se estabilizan pigmentos, luego se exhibe la pintura en sí misma. Un film de nitrato puede ser limpiado, reparado, editado o tratado, pero, mientras sea el objeto de un proceso de preservación, no puede ser exhibido en sí mismo"[11].

Dado que no podemos exhibir las películas originales, es preciso realizar copias. Pero, hacer una duplicación no es una tarea neutral, especialmente en un contexto de obsolescencia tecnológica y constante cambio. Actualmente es imposible duplicar ciertos elementos fotoquímicos originales en el mismo soporte en que fueron realizados, debido a la falta de las infraestructuras técnicas que lo permitirían. Es el caso de los 8 mm de Granell, para los cuales la preservación digital es prácticamente la única solución posible. Ya no solo se trata de la inexorable naturaleza reproducible del cine, por la cual siempre será necesario realizar una copia propensa a manipulaciones inadecuadas, sino que ahora, además, es inevitable cambiar de soporte y formato. Las especificidades de la obra original, como velocidad de reproducción, color, encuadre o intermitencia de la proyección se transforman inevitablemente, alterando también nuestra mirada y percepción de la obra [F. 05].

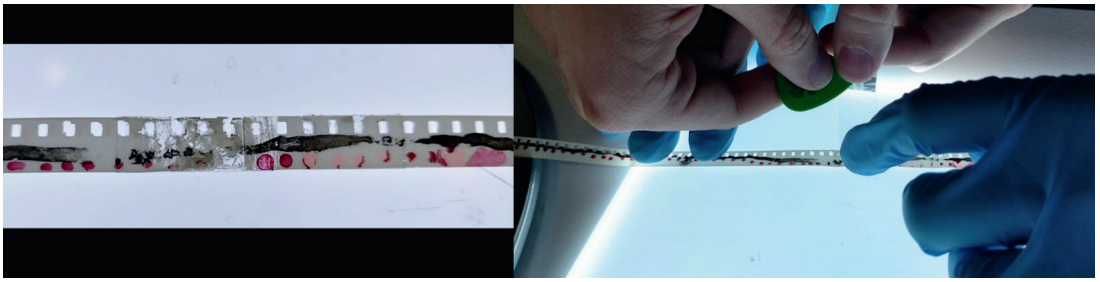
Las distintas posiciones sobre si las copias digitales pueden conservar las cualidades de los materiales fotoquímicos continúan generando apasionantes discusiones. Al contrario de ciertas teorías que afirman que una restauración solo puede ser considerada como tal si mantiene el formato original del film. Giovanna Fossati sostiene que mantener el aspecto original es más importante que ser fiel al formato.

> "De hecho, si los medios digitales pueden ayudar a los restauradores a simular mejor el aspecto original del film, desde mi punto de vista, deberían considerarse tan adecuados como los fotoquímicos, no solo para la restauración, sino también para la exhibición de la imagen restaurada en una pantalla"[12].

Aun en este contexto inevitable, sabemos que diferentes tecnologías conducen a diferentes experiencias y, por lo tanto, debe ser parte de nuestra tarea como preservadoras dar cuenta de ellas a través de la documentación y la divulgación. Del mismo modo, es igual de importante permitir que el proceso de preservación permanezca abierto a futuras tecnologías que permitan mejorar el proceso. De allí que las prácticas sean reversibles: los elementos fotoquímicos originales deben

[11]
Ibid, pp. 66-7

[12]
Fossati, Giovanna. *Del grano al pixel. Cine y archivos en transición.* (Trad. L. Bordigoni, G. Diez, S. Pardo). Imagomundi Ediciones, Buenos Aires, 2019 (trabajo original publicado en 2009), p. 76.



[F. 06]
Reparación de empalmes en *Dibujo.*

poder conservar su capacidad de reproducción y sus condiciones físicas intactas. Los trabajos de preservación no deben dañar ni afectar química o físicamente ningún elemento. Del mismo modo que durante el proceso de telecineado realizado hace veinte años, era requerido que esta preservación dejara la puerta abierta a las nuevas posibilidades tecnológicas del futuro.

TÉCNICA Y TECNOLOGÍA DE LA PRESERVACIÓN

Si bien en esta sección vamos a detallar los procedimientos técnicos involucrados en nuestro trabajo, es importante señalar que ninguna preservación o restauración de cine puede realizarse sin el estudio histórico y de contexto de los materiales que permite la toma de decisiones críticas y fundamentadas. Como señala Bill Brand, esta destreza será aún más crítica cuando se empleen tecnologías digitales, ya que las posibilidades de reparar e intervenir, y por tanto de modificar la obra, son mucho mayores[13].

La metodología de preservación puede ser dividida en tres etapas principales: una primera de inspección y reparación física, una segunda de digitalización y una tercera de postproducción o restauración digital.

Primeramente, la inspección técnica de los materiales tenía como objetivo realizar una revisión detallada, cuadro a cuadro y en mesa plana (sin reproducción), para revelar la información física y las especificidades técnicas de los elementos que nos ayudarían a su correcta identificación. Asimismo, la inspección permitiría conocer su estado de conservación y evaluarlo para determinar la integridad de los materiales y detectar deterioros que deban ser reparados [F. 06].

Los criterios de restauración física se ciñeron a intervenciones estrictamente necesarias (se repararía solo lo que supusiera un problema en la reproducción del material durante la digitalización) y siguiendo los criterios de reversibilidad. Se repararon físicamente las roturas con la utilización de celo específico de películas y, en casos de deterioro de los empalmes por el paso del tiempo (empalmes doblados o empalmes degradados por uso de celo inadecuado), se sustituyeron por empalmes nuevos, limpiando previamente los residuos de pegamento antiguos con alcohol isopropílico.

En el caso de un cine eminentemente material en el que la herida del soporte puede ser gestualidad estética, el análisis de los deterioros mereció un estudio vinculante con el análisis de la obra. Nicola Mazzanti llamó a esta práctica "examinación crítica del material". Las características materiales se identifican y luego se analizan histórica y formalmente para comprender por qué han llegado así hasta nosotras[14].

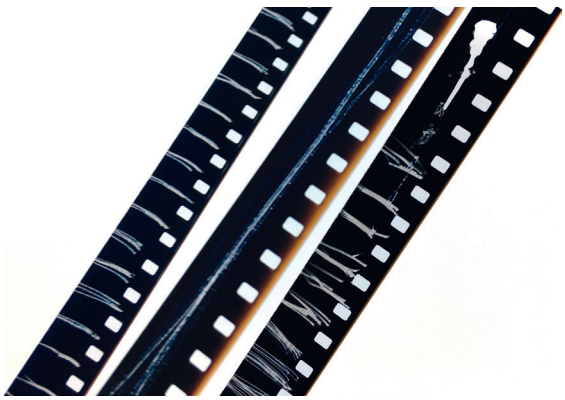
Según Mazzanti, una metodología adecuada para la toma de decisiones sobre este aspecto es clasificar las alteraciones materiales en tres: daños, errores y defectos. Los daños son los deterioros

[13]
Brand, Bill. "Artist as Archivist in the Digital Transition", *The Moving Image: The Journal of the Association of Moving Image Archivists,* Vol. 12, n.º 1, University of Minnesota Press, 2012, p. 94.

[14]
Mazzanti, Nicola. "Footnotes (For a Glossary of Film Restoration)", Comencini, L. and Pavesi, M. (eds.), *Restauro, conservazione e distruzione dei film*. Milan, Editrice Il Castoro, 2001, pp. 26-27.

que el material ha sufrido a lo largo de su historia, pudiendo ser daños químicos, por ejemplo, descomposición; o daños físicos, producidos durante una proyección o manipulación descuidada. Los errores son alteraciones introducidas durante el proceso de copiado, revelado, montaje o cualquier otra instancia de producción del elemento fílmico, pero sin intencionalidad, por lo que la modificación de la obra no es voluntaria. Por el contrario, el defecto es un daño o un error que se distingue de estos por ser parte de las características originales de la película. Un defecto datado en el momento de creación de la obra debe ser considerado como parte integral de la misma y, por lo tanto, no debe ser eliminado o reparado durante la restauración.

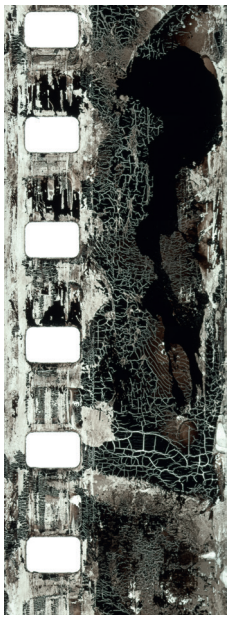
En el caso de las películas de Granell, para evaluar la integridad física de los materiales y su cambio a lo largo de los años, realizamos una comparación entre los elementos originales 8mm, tal cual sobrevivieron en la actualidad, y las copias en vídeo magnético realizadas en 2003. En *Película hecha en casa con pelota y muñeca*, por ejemplo, encontramos una serie de roturas graves que afectaban a la imagen durante el primer minuto de película. Al compararlas con la copia en vídeo de 2003 observamos que las roturas estaban presentes en el elemento físico, pero ausentes en la copia en vídeo, constatando que el deterioro actual no era intención del artista (defecto) sino consecuencia de una mala manipulación posterior al telecineado (daño), y que debían ser reparadas.

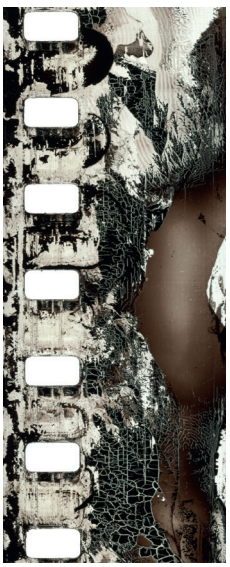


[F. 07]
Inspección física de *Lluvia*.

Las huellas de conservación y los gestos del autor se enfrentaban a un delgado límite de interpretación cuando se trataba de las películas hechas sin cámara. En *Lluvia*, por ejemplo, la lectura de una serie de roturas resultó obtusa. Siendo una película rayada directamente sobre el soporte, la gran mayoría de las heridas eran, en realidad, voluntad del artista (defectos) [F. 07]. El ejemplo más radical lo encontramos en una pequeña pestaña triangular que sobresalía casi en su totalidad, doblada sobre sí misma y dando lugar a un agujero de luz. A diferencia del caso de *Película hecha en casa con pelota y muñeca*, las roturas sí estaban presentes tanto en el elemento 8 mm como en la versión del *transfer* a vídeo. Sin embargo, su forma física no coincidía con la gestualidad punzante del resto de la obra. La interpretación de la rotura en relación con el resto de las intervenciones nos llevó a la decisión de considerarla un daño de manipulación y, por tanto, a recuperar la pestaña, rellenando el espacio hueco que dejaba en la imagen.

Una vez terminada la revisión y reparación de las películas, la segunda etapa del proceso es la digitalización. Considerando que el objetivo del proyecto era crear nuevos elementos digitales que permitieran la preservación a largo plazo, se estableció que los elementos finales serían ficheros digitales con resolución 2K. El proceso de digitalización se realizó, no obstante, a partir de un escaneo original en resolución 4K por dos motivos principales. Primeramente, que, dada la fragilidad de los elementos originales y las escasas oportunidades de restauración para este tipo de obras, este escaneo podría ser el último. Era relevante, no solo conservar el contenido del cuadro sino también la información contenida en sus bordes, como las marcas marginales o las perforaciones, que suelen permanecer invisibles durante una proyección, pero que brindan valiosa información para el estudio técnico. En segundo lugar, el escaneo de la ventanilla ampliada permitiría capturar las perforaciones que más adelante resultan vitales para la estabilización. Este





[F. 08]
Fotogramas obtenidos del escaneo digital en 4K de *Invierno*.

registro con ventanilla abierta es, de hecho, una de las novedosas posibilidades que nos ofrecen las herramientas digitales en la actualidad.

Las películas fueron escaneadas fotograma a fotograma en formato TIFF con rango de color RGB y una profundidad de 16 bits. De esta manera fue posible registrar toda la información existente en el elemento físico sin compresión. El escáner utilizado fue el Filmfabriek HDS+ Scanner, cuyo sistema de arrastre permite hacer avanzar a la película por tensión regulable y no a través de dientes (sprockets) que arrastran las perforaciones. Esta característica permitió asegurarnos que películas tan frágiles no sufrieran ningún daño al ser reproducidas.

Partiendo de las secuencias de fotogramas en bruto, la restauración digital es la siguiente y última etapa en la cual se interviene para devolver los ficheros a su reproducción original. Durante esta etapa se procede a la estabilización, limpieza, etalonaje, asignación de una velocidad de reproducción, reencuadre y creación de los archivos digitales de preservación, exhibición y acceso.

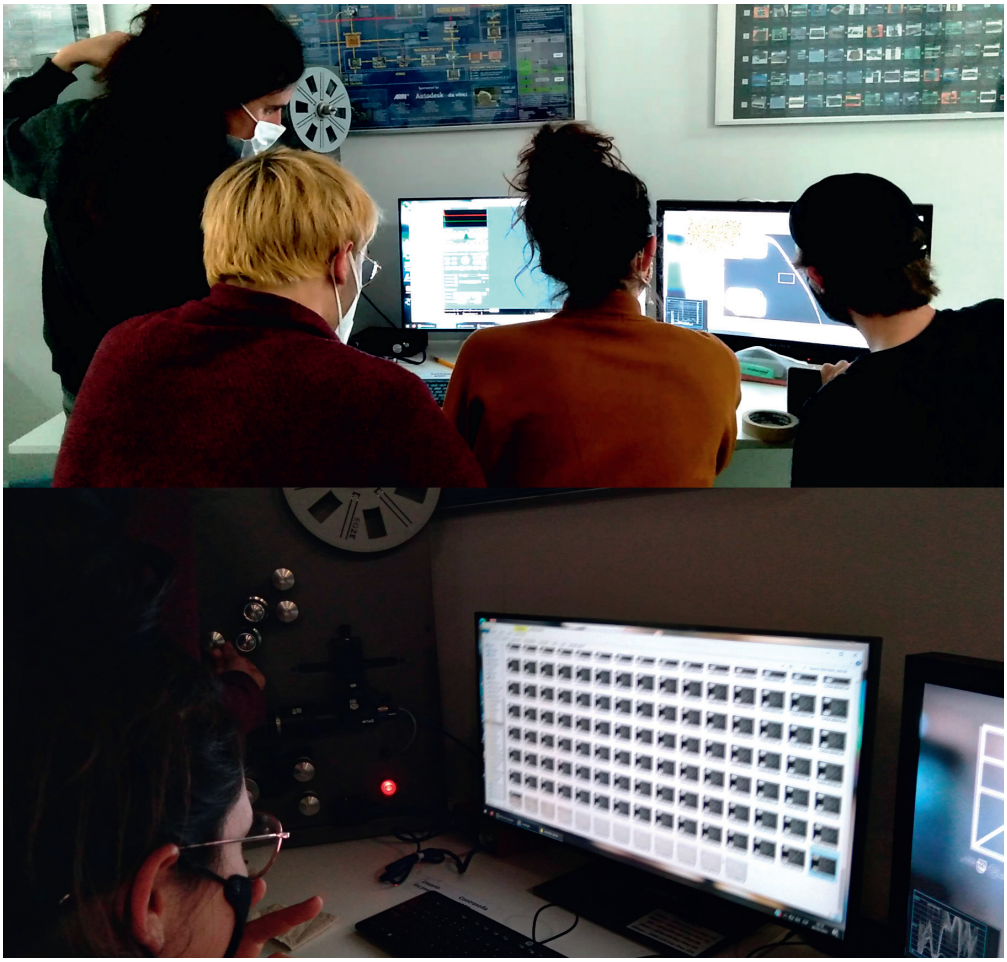
Durante la estabilización, las perforaciones registradas, gracias al sobreescaneado de 4K, fueron utilizadas para distinguir entre inestabilidad de la cámara (momento de rodaje) y del escáner (momento de digitalización), así como para encuadrar correctamente las películas que no estaban fotografiadas y que, por lo tanto, no tenían límites de cuadro definidos [F. 08]. Durante la limpieza, realizada a través de filtros digitales automáticos que reconocen las motas de polvo y otras imperfecciones cambiantes de un fotograma a otro, fue necesario configurar el filtro de forma precisa para evitar artefactos digitales. En paralelo, una parte del equipo corregía las imperfecciones del algoritmo con una limpieza manual, a veces cuadro a cuadro. Durante el etalonaje se ajustaron los parámetros planos de color, luminosidad y saturación con los cuales se había escaneado la película, tomando como referencia el mismo material y del análisis de una imagen de película de 8 mm proyectada.

Finalmente, las nuevas versiones restauradas son exportadas a ficheros digitales de preservación (secuencias de imágenes), intercambio (DNxHR) y acceso (H264). Una mención aparte merece el dilema de exhibir digitalmente películas cuya velocidad de reproducción original fue atribuida a 18 fotogramas por segundo (fps). El estándar de proyección actual del cine digital es el formato Digital Cinema Package (DCP) y sus velocidades de reproducción aceptadas son 24, 25, 30, 48, 50 y 60 fps. Desde 2011 existe también el estándar ampliado de las llamadas "velocidades de reproducción de archivo" (Archive Frame Rates) a 16, 18, 20 o 22 fps. Sin embargo, este estándar no es obligatorio, y hoy en día ningún fabricante de proyectores digitales lo ha incluido en sus dispositivos, por lo que para proyectar un DCP a 18 fps es necesario incurrir en una serie de manipulaciones poco satisfactorias[15]. De ahí que la opción preferente de proyección para las películas de Granell sea a través de ficheros digitales no estandarizados.

EPÍLOGO: LA ESCUELA DE CINE

Como decíamos antes, el contexto y la secuencia de decisiones tomadas en un proceso de restauración son determinantes para la interpretación del resultado final. Por ello es importante señalar que la nueva preservación de las películas de Eugenio Granell ha sido realizada en un ámbito distinto al habitual, como podrían ser una filmoteca, un centro de arte o una empresa comercial dedicada a restauración. En este caso fue realizado en un espacio de formación: el Máster de Archivo Cinematográfico de Elías Querejeta Zine Eskola [F. 09].

[15]
Mazzanti, Nicola. "Silent frame rates and DCP: A guest essay by Nicola Mazzanti", *Observations on film art*, 2015. Disponible en: http://www.davidbordwell.net/blog/2015/10/23/silent-frame-rates-and-dcp-a-guest-essay-by-nicola-mazzanti/ [Última consulta: 22-06-2022].



[F. 09]
El equipo de preservación trabajando en Elías Querejeta Zine Eskola.

La inscripción de este trabajo en un espacio de formación supuso el privilegio de no estar sometidos a límites de tiempo, situación muy diferente a la de un trabajo acotado temporal y económicamente en el ámbito comercial, y con acceso dentro de la propia escuela a las tecnologías de captura y postprocesamiento de imagen adecuadas. Este contexto nos permitió hacer pruebas, experimentar, equivocarnos, realizar consultas con profesionales externos, entablar diálogos y espacios de discusión que alimentaron al trabajo de manera colectiva. Nos permitió también, por ejemplo, emplear un método alternativo de digitalización para materiales muy deteriorados, que implicó realizar un traslado de la película por el escáner de forma manual, lenta y no automática, práctica que hubiese sido muy difícil de realizar con un presupuesto limitado.

La preservación de estas piezas se vio también beneficiada al ser acogidas dentro de un proyecto de investigación. Esto permitió seleccionar filmes que efectivamente requerían preservación, pero que, sin embargo, no representaban una prioridad dentro de las instituciones que las albergaban. Si bien ambas instituciones vinculadas con su preservación conocen la relevancia artística y patrimonial de las obras, ni las posibilidades económicas ni los tiempos de las actividades cotidianas se lo habían podido permitir antes.

Realizar una restauración de cine en un ámbito educativo tiene también sus desventajas. La falta de experiencia hizo que los tiempos de ejecución se dilataran más allá de lo establecido inicialmente y que se cometieran errores propios de un proceso de aprendizaje. Ciertas limitaciones

tecnológicas también nos impidieron concluir el proceso *digital to film*, o la obtención de nuevas copias fotoquímicas a partir de la imagen digital ya restaurada, que efectivamente iniciamos pero que no pudimos concluir. Afortunadamente, la ejecución de una restauración abierta, reversible y documentada permitirá que este procedimiento pueda realizarse en un futuro, dinero y tiempo mediante.

Con todo, la preservación del cine de artista dentro de un espacio de aprendizaje ha concluido en un trabajo colectivo, creativo e interdisciplinario que además ha colaborado con una necesidad de rescate patrimonial concreta de la comunidad cinematográfica, permitiendo crear nuevos vínculos, a veces erosionados, entre la academia, la archivística y el cine.

Los pigmentos tradicionales en el arte contemporáneo: el caso del azul de esmalte

PATRICIA DE LOS REYES FÉLIX / BEATRIZ DE LOS REYES FÉLIX / MARTA PLAZA BELTRÁN

La identificación de pigmentos se ha convertido en un proceso intrínseco al estudio, caracterización y diagnosis de cualquier obra de arte. Esto le permite comprender al restaurador-conservador el comportamiento de los materiales constitutivos de la obra, así como las técnicas empleadas para su elaboración. Un caso singular lo encontramos en el pigmento azul de esmalte, el cual continuó formando parte de la paleta de numerosos artistas del siglo XX.

Esta investigación se ha basado en la elaboración de una serie de probetas en las que se ha utilizado el pigmento azul de esmalte en diferentes estratos, con distintos aglutinantes y diversas técnicas, según fue empleado por artistas hasta el siglo XX, con el fin de poder reproducir las condiciones reales de trabajo del artista y, por lo tanto, realizar una aproximación directa al comportamiento de este pigmento sobre diferentes objetos patrimoniales.

INTRODUCCIÓN

El azul de esmalte posee una larga trayectoria como pigmento artístico, a pesar de los problemas de estabilidad asociados a su uso. Nacido como colorante para la industria del vidrio, numerosos artistas se darán cuenta de su versatilidad a finales del siglo XVIII, momento en el que comenzaron a aparecer diversas alternativas mucho más estables, como el azul cerúleo o el azul de Prusia, que no sufrían los procesos de degradación asociados al esmalte. No obstante, continuó formando parte de la paleta de numerosos artistas del siglo XX. A diferencia de las obras de periodos anteriores, en estos casos, no son tantos los problemas asociados a la perdida de color[1], sino a la mezcla de distintas sustancias como resinas, aceites, o temples (huevo), creando pinturas de hasta veinte capas, como en el caso de la obra *Retorno de los pescadores*, de Ossawa[2], o en las obras del pintor afroamericano Jacob Lawrence, las cuales son bastante complejas, puesto que pueden encontrarse mezclas de temple de huevo, caseína, pegamento, resinas y aceites, aplicándose en ellas pinturas industriales junto a pigmentos tradicionales[3].

Los estudios histórico-técnicos llevados a cabo hasta el momento sobre estas obras parecen indicar que el esmalte se encontraría en muchas ocasiones asociado a otros pigmentos, o aglutinado en sistemas acuosos como el temple.

En estos casos la capa pictórica ha de considerarse como un sistema coloidal, donde los pigmentos se hallan suspendidos en el aglutinante, bien sea este de carácter óleo-resinoso o acuoso, teniendo en cuenta que también puede contener mezclas de proteínas o polisacáridos.

A partir de aquí es factible plantear varias cuestiones de interpretación respecto a la formación de estos sistemas, sobre todo porque tradicionalmente se ha supuesto que estas mezclas (agua-aceite) siempre formaban emulsiones, que podían ser clasificadas atendiendo a la cantidad relativa de estas sustancias en las emulsiones de aceite en agua (O/W) o de agua en aceite (W/O). Se ha demostrado que esto entra en conflicto con los principios de las disoluciones coloidales, ya que pueden formarse diversos sistemas, dependiendo de la preparación de la pintura o de los componentes presentes en ella.

A este respecto, es importante señalar que las propiedades que presenta una pintura dependerán del tipo de sistema formado. La información que podemos obtener sobre las características de los procesos de degradación del esmalte, en la mayoría de los casos, es complicado, puesto que nos encontramos con sistemas en avanzado estado de degradación que no permiten estudiar los diferentes sistemas formados por cada uno de los componentes pictóricos, por lo que la información clave sobre cómo ocurren estos procesos y las interacciones que pueden dar lugar a la conservación del color deben obtenerse tanto de fuentes escritas, si se dispone de ellas, como del examen tecnológico de las pinturas.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para alcanzar los objetivos propuestos se ha aplicado una metodología experimental basada en la elaboración de una serie de probetas[4] en las que se ha utilizado el pigmento azul de esmalte en diferentes estratos, con distintos aglutinantes y diversas técnicas, según fue empleado entre numerosos artistas hasta el siglo XX.

Esta práctica ha permitido reproducir las condiciones reales de trabajo del artista y, por lo tanto, realizar una aproximación directa al comportamiento de este pigmento sobre diferentes objetos

[1] El pigmento azul de esmalte se trata de un vidrio potásico formado por la unión del cobalto a la estructura de silicatos. Dependiendo de la cantidad de catión introducido, la tonalidad del pigmento varía considerablemente, lo que explica las diferentes gamas que podían encontrarse en el mercado. Estas varían desde el 1-2 % de las más claras -como el smaltino, el celeste o aquellas empleadas para teñir papel, hasta las que presentan entre el 3-7 %, que se corresponden con las utilizadas para pintura, tanto al óleo como al fresco. Los cambios de color que sufre este pigmento en los procesos de degradación se encuentran asociados a la salida de ion potasio de la estructura cristalina.

[2] Baade, B., A; Kerr-Allison, y; J. Giaccai. *Pursuit of the ideal effect: The materials and techniques of Henry Ossawa Tanner. In Henry Ossawa Tanner: The Modern Spirit*, Los Angeles: University of California Press. 2012, pp. 157-65.

[3] Beltinger, K.; y Nadolny, J. *Painting in Tempera, c.1900,* London: Archetype Publications 2016.

[4] Las muestras a estudio están basadas en el correspondiente pigmento en polvo, así como en su mezcla con diferentes aglutinantes de carácter oleoso, de tal manera que podamos obtener unos patrones de comportamiento que nos permitan tener unos estudios previos que sean extrapolables a las réplicas que se realizarán posteriormente de las distintas obras del artista.

patrimoniales. La ejecución de probetas vino determinada por el necesario estudio del pigmento en cámaras de envejecimiento acelerado, así como poder realizar diversas pruebas de carácter analítico-destructivo en el laboratorio, lo que posibilita la comprensión del comportamiento del esmalte cuando es aplicado con otros materiales sin necesidad de extraer microfragmentos de las obras originales, respetando, de este modo, su integridad y conservación.

En el primer caso, las probetas se realizaron sobre dos tipologías de soporte: uno *ligneo* y otro basado en el tafetán de lino de una densidad de seis hilos en la urdimbre por seis pasadas en la trama por cm^2 y con torsión en Z, ambos preparados con base tradicional (cola de conejo) y sulfato cálcico ($CaSO_4$). En este caso se pretendía estudiar el comportamiento del pigmento cuando es aglutinado con diversos aceites y temple de huevo. En una segunda fase, aún en estudio, las probetas quedaron realizadas sobre un soporte de cartón con imprimación industrial, aglutinándose el pigmento con aceite de lino, junto con temple de huevo y caseína.

Para ello se procedió a crear dos bloques. En un primer apartado se procedió a analizar el comportamiento del esmalte sin aglutinar, bajo distintas condiciones de envejecimiento acelerado para proseguir con el estudio de los procesos de degradación del esmalte en capa pictórica cuando es aglutinado con diferentes aceites. Una vez concluidos, se realizaron estudios comparativos con el esmalte aglutinado, tanto en una capa oleosa como dentro de una tempera para poder comprobar qué efectos ejerce el huevo dentro del papel de estabilizante del esmalte, así como las interacciones con otros pigmentos, en este caso con el azul de ultramar.

TÉCNICAS ANALÍTICAS EMPLEADAS

La metodología experimental seguida en este trabajo se apoya en el uso de diferentes técnicas, con el objetivo de poder determinar cómo influye la composición de la capa pictórica en los procesos de envejecimiento del esmalte.

Para el estudio morfológico de las muestras se empleó un microscopio petrográfico o de polarización[5] modelo OLYMPUS BX51 con accesorio de fluorescencia U-MNU2 y cámara digital DP21-CU. En el caso del estudio por SEM-EDX, fue realizado con un microscopio electrónico de barrido de la marca JOEL modelo JSM-820 con un espectrómetro de dispersión de energía de la marca LINK cuyo tratamiento y evaluación de los análisis es el EDX Oxford ISIS-Link[6].

El análisis de las probetas, tanto antes como después de los procesos de envejecimiento, fueron realizados mediante un espectrómetro infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) Thermo NICOLET 380 con detector DTGS/KBr, que cubre el rango de los 4000 a los 400 cm^{-1}.

En el caso de los análisis de los pigmentos aglutinados, los análisis fueron realizados mediante el accesorio de reflexión total atenuada (ATR), equipado con celda de cristal de diamante. Los espectros fueron obtenidos en modo de absorbancia de 64 barridos a 4 cm^{-1} de resolución, realizados todos ellos a temperatura ambiente, empleando el *software* Omnic versión 7.3 para la interpretación de los mismos.

Las medidas colorimétricas se han realizado con un colorímetro portátil CS-10, así como con un espectrofotómetro de la casa comercial Konica Minolta modelo 2600d, en combinación con el *software* CM-S100w 1.91.0002 SpectraMagic para la toma de datos y obtención de la curva de reflectancia (% R), cuyos datos han sido procesados en hoja de cálculo. Ambos equipos trabajan con el iluminante estándar D65 y el observador estándar 100, geometría de medición d/8 (iluminación

[5] El equipo empleado pertenece al laboratorio de materiales LabMat de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid.

[6] El equipo empleado pertenece a la Facultad de Ciencias Geológicas, Unidad de Técnicas Geológicas del Centro de Apoyo a la Investigación (CAI) de la Universidad Complutense de Madrid.

difusa con ángulo de visión de 80), con medidas realizadas en modo SCE (componente especular excluido) y en SCI.

El área de medida ha sido de 3 mm para el espectrofotómetro, y de 8 mm para el colorímetro. En el primer instrumento se ha computado la reflectancia espectral dentro del intervalo de longitudes de onda de 400 a 700 nm, con un intervalo de medida de 10 nm, tomando un mínimo de cinco medidas por muestra.

Para llevar a cabo el envejecimiento artificial acelerado de las muestras, se empleó una cámara perteneciente al Departamento de Pintura y Conservación-Restauración[7], que opera de forma manual, equipada con lámparas ultravioleta de la marca Ultra Vitalux UV-A[8].

Ensayos de envejecimiento acelerado

Las probetas se colocaron a 80 cm del foco de radiación, en posición vertical para asegurar una incidencia de radiación lo más uniforme posible. La duración total del ensayo varió conforme a la tipología de muestras introducidas. De esta manera, el pigmento en polvo se mantuvo durante un total de 575 horas, tomando muestras de control cada ciclo, previamente establecido[9], realizando su correspondiente colorimetría y análisis por FTIR. Por su parte, las muestras de pigmento aglutinado fueron divididas de tal manera que pudieran observarse en distintas franjas los cambios experimentados durante los consiguientes ciclos de envejecimiento, con una duración total de 960 horas.

Por las propiedades inherentes al material de estudio y por la literatura de referencia, conocemos que la humedad y la temperatura son factores determinantes en los procesos de envejecimiento del esmalte. Asimismo, la presencia de aglutinantes de carácter oleoso[10] muestran cómo la incidencia de estos parámetros favorece la presencia de jabones y la migración del ion potasio fuera de la estructura cristalina del esmalte. Ante este hecho, se optó por realizar los ensayos de envejecimiento siguiendo normas UNE[11]. De estas, se han tomado los ciclos adaptándolos a los casos de estudio. Tal es así que los ciclos de calor y humedad pasan de una temperatura ambiente en oscuridad a una temperatura y humedad relativa elevada[12], tomando medidas intermedias para poder evaluar el deterioro.

RESULTADOS

La exposición de los resultados obtenidos y su correspondiente interpretación se divide en los siguientes apartados:

Estudios sobre el pigmento en polvo

Para esta primera fase se procedió al envejecimiento artificial del pigmento durante 575 horas, bajo unas condiciones de humedad y temperatura, presentado los siguientes parámetros: para los ciclos con alta humedad se registraron valores de una temperatura de 18,5 ºC y una humedad relativa del 60 %, mientras que, para los periodos de alta temperatura, los valores correspondieron a una temperatura de 50 ºC con una humedad relativa del 21 %. En cuanto a los ciclos de descanso, los valores registrados correspondieron a temperaturas de 20 ºC y HR del 55 %. [F. 01].

Tras 575 horas de exposición se observó que se producía una pérdida de potasio (K) del 4 %, produciéndose cambios en la estructura del cristal, pasando el cobalto de una estructura tetraédrica a una octaédrica, por la presencia de humedad [Tabla 1].

[7] Perteneciente a la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid.

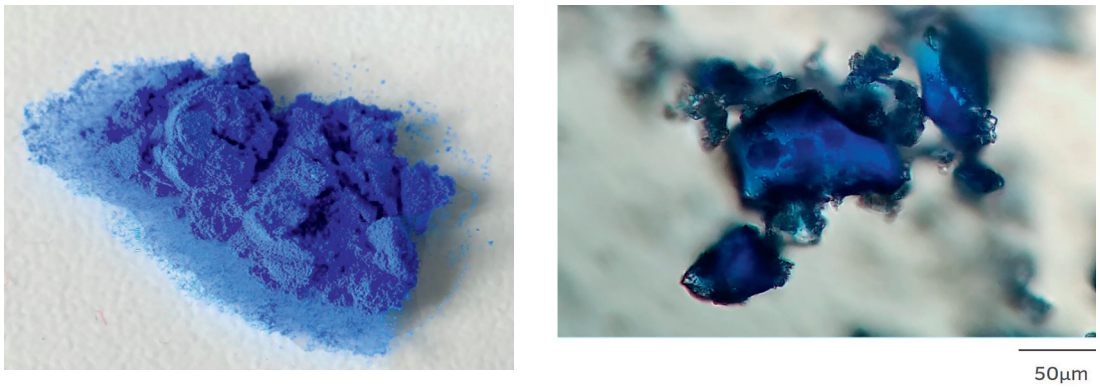
[8] Potencia de 300 w y una radicación UVA de 315 a 400 nm y una radicación UVB de 280 a 315 nm.

[9] Cada ciclo ha correspondido a un total de 115 horas.

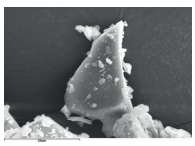
[10] Boon, J.; Keune, K.; van de Weerd, J.; Geldof, M.; y Boer, J. *Imaging Microspectroscopic, Secondary Ion Mass Spectrometric and Electron Microscopic Studies on Discoloured and Partially Discoloured Smalt in Cross-sections of 16th Century Paintings*. Art and Chemical Sciences Vol. 55, 2001, pp. 952-960.
Cianchetta, I.; Colantoni, I.; Talarico, f.; d'Acapito, F.; Trapananti, A.; Maurizio, C.; y Davoli, I. "Discoloration of the smalt pigment: experimental studies and ab initio calculations", *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, Vol. 27, 2012, pp. 1941-1948.

[11] UNE-EN. Pinturas y barnices: Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio. Parte 1: Guía general. ISO 16474-1:2013. Madrid, 2013. UNE-EN. Pinturas y barnices: Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio. Parte 3: Lámparas fluorescentes UV. ISO 16474-3:2014. Madrid, 2014.

[12] Los ciclos de envejecimiento por humedad y temperatura han presentado los siguientes parámetros. Para los ciclos con alta humedad se registraron valores de una temperatura de 18,5 ºC y una humedad relativa del 60 %. En el caso de los periodos de alta temperatura, estos han correspondido a una temperatura de 50 ºC con

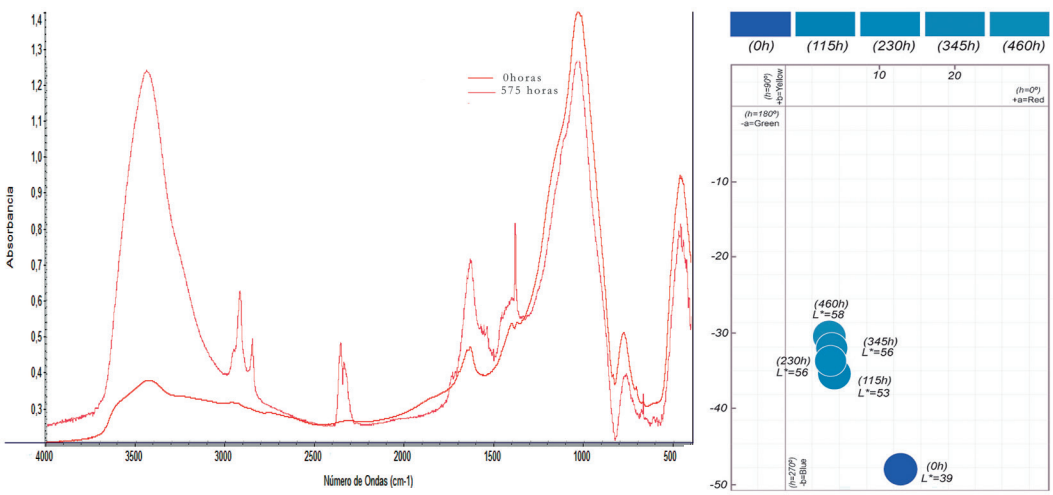


[F. 01]
Pigmento azul de esmalte (izquierda). Imagen por microscopio óptico a 50 µm (derecha).

SEM Imagen	Puntos	SiO_2	K2O	CoO	MgO	Al_2O_3	SO	NiO	As_2O_3
	Sin degradar	40.47	20.41	9.92	0.04	0.13	-	0.23	0.39
	Degradado	35.61	16.20	9.11	0.05	0.35	0.23	0.39	0.41

[Tabla 1] Análisis químicos cuantitativos expresados en % en peso de un cristal de esmalte a 0 y 575 h de envejecimiento.

Las muestras fueron examinadas mediante FTIR-ATR. Los estudios sobre el esmalte degradado[13] muestran descensos en los picos de los espectros, e incluso en los estudios realizados con silica gel[14] (tanto en seco como hidratado) y cobalto en entorno octaédrico y tetraédrico. Lo que se observa es un aumento de la distancia del enlace entre el catión cobalto y el oxígeno como consecuencia del cambio de coordinación, pero relacionado principalmente con la pérdida del álcali (potasio), hecho que modifica la distancia del enlace entre el cobalto y el potasio. Al mismo tiempo se produce una disminución en la banda correspondiente a 1028 cm^{-1}, debido a la difusión del agua hacia el interior de la estructura y a la reacción del metal alcalino. Con esto se demuestra que el potasio tiene una relación directa en la estabilidad del cobalto dentro de la estructura cristalina. Como consecuencia de la pérdida del potasio, el cobalto no puede mantener el índice de coordinación tetraédrico y por tanto ha de pasar a un entorno octaédrico, produciendo un cambio de coloración [F. 02].



[F. 02]
a) Espectro FTIR tras 575 horas de envejecimiento.
b) Diagrama CIELab para el pigmento en polvo. Muestra de referencia a 0 horas y muestras envejecidas con HR % y Tª.

una humedad relativa del 21 %. En cuanto a los ciclos de descanso, los valores registrados corresponden a temperaturas de 20 °C y HR 55 %. Entre ciclo y ciclo se llevó un periodo de descanso de 24 horas en oscuridad antes de proceder a la toma de muestra.

[13]
Spring, M.; Higgitt, C.; y Saunders, D. *Investigation of Pigment-Medium Interaction Processes in Oil Paint containing Degraded Smalt*. National Gallery Technical Bulletin, Vol. 26, 2005, pp. 56-70.

[14]
Robinet, L.; y Corbeil, M.-C. "The characterization of metal soaps", *Studies in Conservation*, Vol. 40, 2002, pp. 23-40.

Estudios sobre el pigmento aglutinado

A partir de estos datos preliminares sobre el comportamiento del pigmento en polvo, se realizaron nuevas probetas con un doble objetivo: por una parte, conocer la cantidad máxima de aglutinante que admitía el pigmento; y por otro lado estudiar su comportamiento tras el proceso de envejecimiento, ya que, tras el estudio de la bibliografía[15], todo parecía indicar que el aceite de nueces favorecía una mayor estabilidad, entendiéndose esta como una mejor conservación del color [F. 03].

Estas probetas fueron sometidas a sendos ciclos de envejecimiento durante 960 horas, tras los cuales las muestras fueron examinadas mediante FTIR-ATR, observándose que en el caso de las muestras aglutinadas con aceite de lino aparecía un aumento en las bandas correspondientes a la formación de jabones metálicos del potasio. Por la reacción que se crea entre los ácidos carboxílicos del aceite, estas presentan picos característicos en el espectro de IR, centrados entre los 1425 y 1560 cm^{-1} y con un hombro a 1465 cm^{-1}, que corresponde a la unión del esmalte con el aceite, que sirve como aglutinante[16], pudiendo encontrarse bandas de otros compuestos que aparecen a medida que la muestra envejece, y que conciernen a la formación de jabones de cobalto[17].

En las muestras aglutinadas con aceite de nueces no hay grandes diferencias con respecto a la asignación de bandas correspondiente al aceite. Sí es posible ver ligeras variaciones en la posición de las bandas dentro del espectro, lo que hace que estas se desplacen ligeramente con respecto a las encontradas para las muestras aglutinadas con aceite de lino.

Asimismo, es destacable el hecho de que, con el aceite de nueces, las bandas asociadas a la formación de jabones de potasio que se recogen a partir de los 1560 cm^{-1}, presentan una menor intensidad, tanto en las muestras degradadas como sin degradar. De hecho, cuando se realizaron las correspondientes colorimetrías, tras el proceso de envejecimiento, se observó una variación del color (ΔE) mucho menos significativa en la muestra que contenía aceite de nueces [F. 04].

Estudios sobre el esmalte en capa pictórica

Los estudios sobre la obra de Lawrence y Ossawa, llevados a cabo hasta el momento, indican que el esmalte se encontraría en muchas ocasiones asociado a otros pigmentos, o aglutinado en sistemas acuosos como el temple. En estos casos la capa pictórica ha de considerarse como un sistema coloidal donde los pigmentos se hallan suspendidos en el aglutinante, bien sea de carácter óleo-resinoso o acuoso, teniendo en cuenta que también puede contener mezclas de proteínas o polisacáridos.

Es normal plantearse varias cuestiones de interpretación respecto a la formación de estos sistemas, sobre todo porque tradicionalmente las emulsiones son clasificadas atendiendo a la cantidad de aceite en agua (O/W) o de agua en aceite (W/O). Sin embargo, esto ha demostrado que entra en conflicto con los principios de las disoluciones coloidales[18], ya que pueden formarse diversos sistemas dependiendo de la preparación de la pintura y de los componentes presentes en ella, o si las capas se dejaron secar entre distintas aplicaciones.

Por este motivo, para esta segunda fase se procedió a la creación de varias probetas donde el esmalte se encontraba en distintas capas, aglutinado en diferentes medios a fin de poder estudiar su comportamiento en cuanto a la pérdida de ion potasio. En las primeras probetas, el esmalte se encuentra en capas sucesivas, aglutinado tanto con temple como con aceite de lino [F. 05].

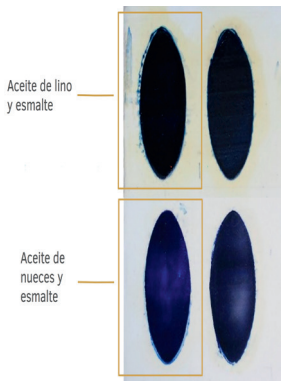
Antes del proceso de envejecimiento se comprobó que no existía una diferencia notable en cuanto al esmalte de la capa compuesta por temple y lino, ya que ambas capas presentaban la característica coloración azulada y porcentajes en potasio similares [Tabla 2].

[15] Estas probetas fueron realizadas siguiendo los patrones de la degradación de las vidrieras con el fin de poder comprender los procesos que tienen lugar dentro de la estructura silicatada que afectan en última consecuencia a la proporción de potasio contenida por el vidrio y que repercute, por tanto, en la estabilidad del cobalto dentro de la estructura.

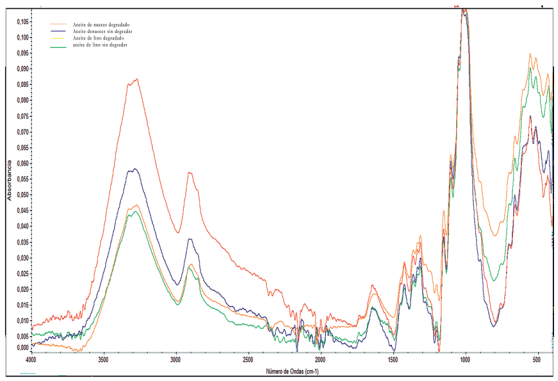
[16] Spring, M.; Higgitt, C.; y Saunders, D. *óp.cit,* pp. 23-40.

[17] Rueff, J.; Masciocchi, N.; Rabu, P.; Sironi, A.; y Skoulios, A. "Synthesis, Structure and Magnetism of Homologous Series of Polycrystalline Cobalt Alkane MonoÐand Dicarboxylate Soaps", *Chemistry A-European Journal*, n.º 8, Vol. 8, 2002, pp. 1813-1820.

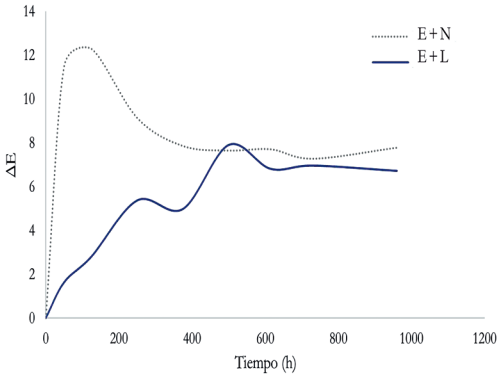
[18] Dietemann, P.; Neugebauer, W.; Lutz, L.; Beil, C.; Fiedler, I.; y Baumer, U. "A colloidal description of tempera and oil paints, based on a case study of Arnold Böcklin's painting Villa am Meer II (1865)", *e-Preservation Science,* n.º 11, 2000, pp. 29-46.

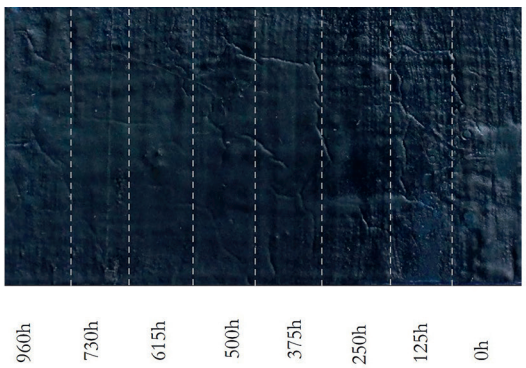


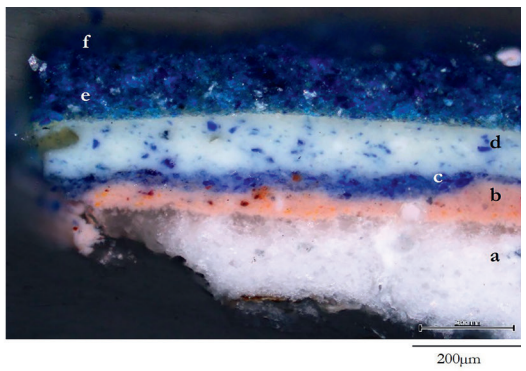
[F. 03]



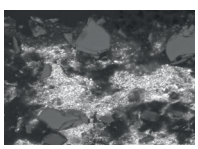
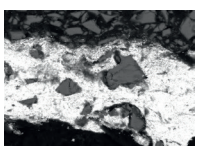
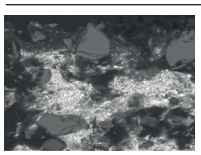
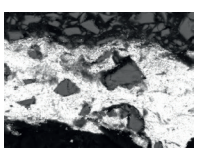
[F. 04]







[F. 05]

SEM Imagen	Puntos	SiO_2	K_2O	CoO	CuO	Al_2O_3	CaO	As_2O_3	PO
	1 CapaTemple	42.39	16.60	7.98	-	0.35	2.09	0.59	1.30
	Capa aceite lino	38.15	17.85	8.91	0.16	0.29	-	-	-
SEM Imagen	**Puntos**	**SiO_2**	**K_2O**	**CoO**	**CuO**	**Al_2O_3**	**CaO**	**As_2O_3**	**PO**
	1 Degradado Capa Temple	40.03	15.44	7.64	-	0.21	0.38	0.20	0.03
	1 Degradado Capa aceite lino	37.85	11.10	5.30	16.58	13.31	-	-	-

[Tabla 2]
Análisis químicos cuantitativos expresados en % en peso de los óxidos de los elementos constituyentes del pigmento azul de esmalte localizado en la capa de temple antes y después del proceso de envejecimiento.

[F. 03]
Probetas realizadas con el pigmento azul de esmalte con distintos aglutinantes oleosos.

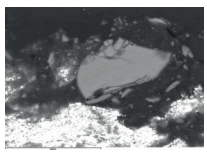
[F. 04]
Espectros de FTIR-ATR del pigmento aglutinado con diferentes medios oleosos tras 960 horas de envejecimiento. Variación de color ΔE vs tiempo de envejecimiento de las muestras de azul de esmalte con aceite de lino (línea azul oscuro) y de azul de esmalte con aceite de nueces (línea punteada).

[F. 05]
Muestra realizada para el estudio del esmalte en obra pictórica. Micromuestra bajo luz visible. El esmalte se encuentra en la capa "d": aglutinado con aceite de lino; capa "e": esmalte con un aglutinante proteico; capa "f": esmalte y azul de ultramar aglutinado con aceite de nueces.

Tras 960 horas de envejecimiento, la capa de temple y esmalte presentó una pérdida del 1.16% K^+ respecto a la aglutinada con aceite de lino, la cual había sufrido una pérdida del 6,94 %. En este punto, hay que señalar que es necesario controlar la cantidad de huevo añadido al pigmento si no se quiere favorecer la aparición de procesos de degradación por la unión del pigmento a los ácidos grasos presentes en la yema, debiendo estar en una proporción 1:1, ya que en el caso de superar dicha proporción se produce, no solo el amarilleamiento de la capa pictórica, sino que además se observa la misma degradación del pigmento por la pérdida del ion potasio que cuando este es aglutinado con aceite de lino, ya que se induce la formación de jabones de potasio.

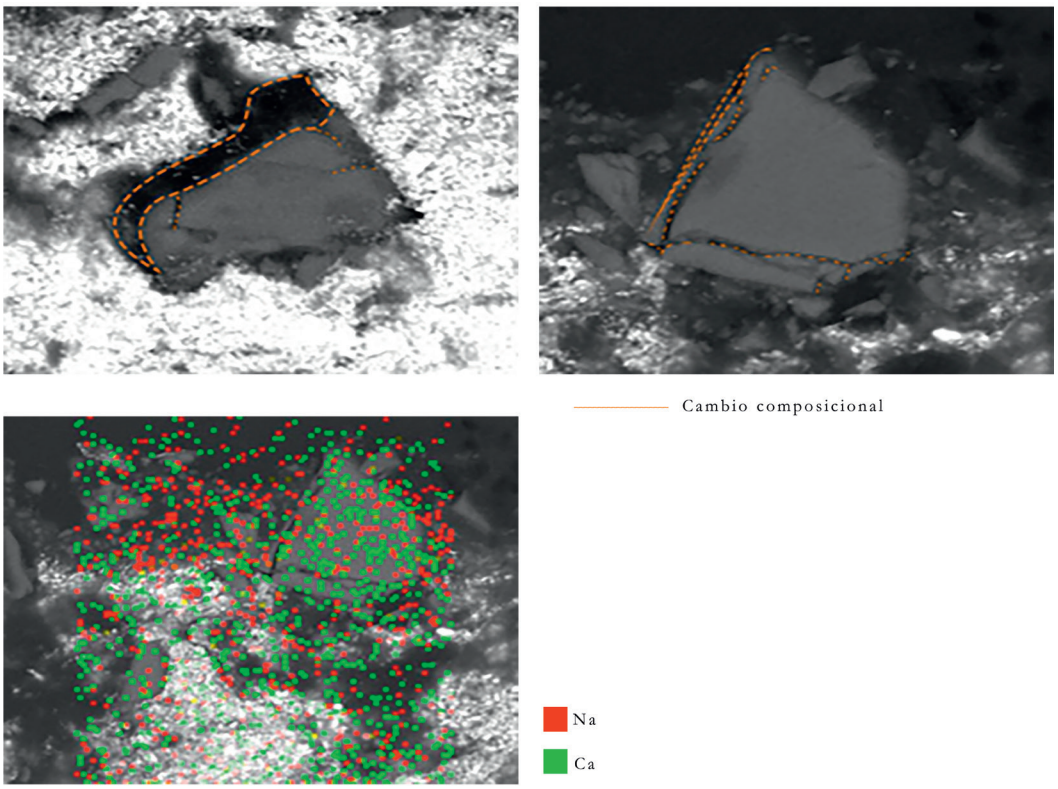
Un segundo estudio se realizó con el esmalte aglutinado con aceite de nueces, ya que en este caso se quiso conocer cuánta pérdida de ion potasio se producía tras el proceso de envejecimiento, dado que las anteriores pruebas parecían indicar que este aceite favorecía una menor formación de jabones y, por tanto, una menor salida del potasio fuera de la estructura cristalina. El resultado obtenido fue de una pérdida total del 5.33 % respecto al aceite de lino.

Para finalizar esta primera fase de estudio se llevaron a cabo comparaciones entre las distintas interacciones que pueden crearse entre los pigmentos que componen una misma capa pictórica, para ello se escogió el azul de ultramar, ya que, como se desprende de las obras de Lawrence, este solía emplear la mezcla de este pigmento y esmalte cuando realizaba sus propios temples. Lo que se comprobó tras el proceso de envejecimiento es que tan solo se había producido una pérdida K^+ de 1.33 % [Tabla 3].

SEM Imagen	Puntos	SiO_2	K_2O	CoO	CuO	Al_2O_3	CaO	Na2O	AsO	SO
	Interno	34.70	11.27	4.71	-	9.09	0.19	3.69	0.29	8.81
	borde Externo	27.31	9.91	2.21	-	9.52	1.32	3.68	0.17	13.56
	Interno degradado	39.29	10.71	4.24	-	0.47	-	-	-	-
	Borde Externo degradado	43.26	9.38	1.91	0.12	1.49	0.16	1.39	0.23	1.54

[Tabla 3]. Análisis químicos cuantitativos expresados en % en peso de los óxidos de los elementos constituyentes del pigmento azul de esmalte, en presencia de azul ultramar antes y después del proceso de envejecimiento aglutinado con aceite de nueces.

Al realizar la comparación de sendos cristales de esmalte, con y sin azul de ultramar, aglutinados ambos con aceite tanto de nueces como de lino, se comprueba la existencia de una zona muy marcada en el grano de esmalte aglutinado con aceite de lino, debido a una perdida de masa que corresponde a la salida de un elemento de mayor peso, que en el caso que nos ocupa sería el potasio (K). Como vimos con anterioridad, cuando estudiamos el comportamiento del pigmento en polvo, comprobamos que es el que sufre los procesos de lixiviación. Del mismo modo, se procedió a la realización de un mapeo sobre la capa de esmalte que contenía lapislázuli, observándose una difusión de iones de sodio y calcio hacia el interior de la estructura cristalina, lo que podría contribuir a la estabilización de la estructura y, por tanto, del color [F. 06].



[F. 06]
Imágenes del cambio composicional de una partícula de esmalte y otra de esmalte y azul ultramar. Mapeo con la difusión de iones sodio y calcio en el interior del cristal.

CONCLUSIONES

Los distintos análisis realizados sobre las probetas elaboradas para esta investigación han permitido relacionar la pérdida y/o conservación del color del azul de esmalte con la presencia determinados pigmentos como el azul de ultramar o de aglutinantes como el aceite de nueces o el temple.

Así, se puede concluir que en el caso de que el pigmento sea aglutinado con aceite de lino se produce una mayor degradación. Los estudios por FTIR corroboraron la presencia de jabones metálicos compuestos principalmente por potasio, desde antes del proceso de envejecimiento, aumentando estos a medida que las probetas fueron envejecidas. Por el contrario, en el caso del empleo del aceite de nueces, el aumento de las bandas fue mucho menor, por lo que su presencia favorece una menor reacción con los iones metálicos del pigmento, lo que corroboraría las indicaciones localizadas en textos artísticos sobre el azul de esmalte, ya que en todos los casos se encontraron indicaciones sobre la conveniencia de emplear este aceite, en contraposición al empleo de aceite de lino.

Al emplear yema de huevo como aglutinante, se pudo comprobar que la relación pigmento/yema, en el caso de las temperas, es crítica, puesto que un exceso de este componente favorece la liberación de ácidos grasos durante el proceso de envejecimiento, los cuales pueden reaccionar con los iones metálicos que componen parte del azul de esmalte, generando de este modo jabones metálicos de manera similar a lo que ocurre en el caso de que este pigmento sea aplicado con aceite, como en la pintura al óleo, sufriendo los mismos procesos degradativos. Por el contrario, si el ratio yema/pigmento se mantiene inferior a 1:1, las pruebas realizadas hasta el momento parecen indicar que la yema actuaría como agente barrear, impidiendo la formación de carboxilatos.

Finalmente, en el caso del empleo de mezclas de pigmentos, los análisis por SEM-EDX, como los mapeos realizados sobre el azul de esmalte, señalan la difusión de iones alcalinos hacia el interior de la estructura del cristal, facilitando el mantenimiento del entorno de coordinación tetraédrico para el catión cobalto, favoreciendo la conservación más prolongada del color.

BIBLIOGRAFÍA

— BOYLE, R.; BROWN, H.; y NEWMAN, R. *Milk and Eggs: The American Revival of Tempera Paintings, 1930-1950*, Seattle, Washington University Press 2002.

— CASOLI, Antonella; BERZIOLI, Michela; y CREMONESI, Paolo. *The Chemistry of Egg Binding Medium and Its Interactions with Organic Solvents and Water*, Smithsonian Contributions, Museum Conservation, Washington, DC, Smithsonian Institution, 2013, pp. 39-44.

— CHAROLA, E.; y KOESTLER, R., *New Insights into the Cleaning of Paintings*. Washington DC, Smithsonian Institution Scholarly Press, 2013, pp. 39-44.

— PHENIX, A. "The composition and chemistry of eggs and egg tempera",T. Bakkenist, R. Hoppenbrouwerand H. Dubois (eds), *Early Italian Paintings: Techniques and Analysis*. Maastricht, Limburg Conservation Institute, 1997, pp. 11-20.

— SCHILLING, M.; KHANDEKAR, N.; KEENEY, J.; y KHANJIAN, H. "*Identification of binding media and pigments in the paintings of Jacob Lawrence"*, P.T. Nesbett and M. DuBois (eds), *Over the Line: The Art and Life of Jacob Lawrence*. Seattle, University of Washington Press, 2000, pp. 266-9.

Formación de jabones metálicos en pinturas al óleo: metodología experimental para determinar la influencia de la humedad relativa variable

MARTA PÉREZ-ESTÉBANEZ / SUSANNA MARRAS / RUTH CHÉRCOLES-ASENSIO / MARÍA ANTONIA GARCÍA / MARGARITA SAN ANDRÉS

En este trabajo se exponen los primeros resultados obtenidos en el estudio de la formación de jabones metálicos en pinturas al óleo formuladas con diferentes pigmentos (blanco de plomo, minio, blanco de zinc y litopón) y aceites secantes (lino y nueces), bajo distintas condiciones de humedad. Se describe la metodología desarrollada para la elaboración y estudio, tanto en el anverso como en el reverso de maquetas pictóricas. Los primeros resultados muestran que tanto el minio como el blanco de zinc forman carboxilatos metálicos durante el proceso de secado, antes de comenzar el envejecimiento; mientras que el blanco de plomo y el litopón solo comienzan a reaccionar con el aceite tras dieciséis semanas de envejecimiento, y únicamente en condiciones de humedad relativa alta (70 %). Además, el aceite de lino favorece esta reacción de formación de carboxilatos frente al aceite de nueces.

INTRODUCCIÓN

La presencia de jabones metálicos como fenómeno de deterioro de pinturas al óleo fue detectada por primera vez en 1997, durante la fase de investigación previa a la restauración de la pintura de Rembrandt van Rijn: *Lección de anatomía del Dr. Nicolaes Tulp* (1632), conservada en la Galería Real de Pinturas Mauritshuis de La Haya, Países Bajos[1]. Como resultado de este estudio se descubrió que los pequeños cráteres que se observan en la superficie pictórica, acompañados por protrusiones blanquecinas en su interior, se habían formado por reacción del aglutinante con los pigmentos a base de plomo, presentes en la preparación[2]. Pronto resultó que los fenómenos de deterioro observados en la obra de Rembrandt aparecían también en muchas más obras de diversas colecciones, y no solo en pinturas de los grandes maestros del pasado, sino también en obras modernas y contemporáneas[3].

En un estudio realizado en 2002, se documentó que existían cientos de ejemplos de obras deterioradas por la formación de jabones metálicos. Se trataba de obras datadas entre los siglos XV y XX, pintadas en una gran variedad de soportes (papel, lienzo, madera y cobre, así como escultura policromada) y procedentes de diversas ubicaciones geográficas. Estos resultados alarmaron a los conservadores de muesos, ya que se trataba de obras de importantes autores, como Johannes Vermeer, Sigisbert Chrétien Bosch Reitz, Aert van der Neer, Salvador Dalí, Vincent van Gogh, René Magritte, Francisco de Goya, entre otros[4-5].

Los jabones metálicos son carboxilatos que se forman por reacción de los ácidos grasos del aceite secante con cationes metálicos (Zn, Pb, Cu, etcétera) provenientes del pigmento. En muchas pinturas modernas estos compuestos se incluyen como aditivos, debido a sus propiedades como extendedores o estabilizadores[6].

En las últimas dos décadas, nuestro conocimiento de los fenómenos de formación de los jabones metálicos y de la química detrás de los procesos de degradación en pinturas al óleo ha avanzado considerablemente. Dichos procesos se pueden manifestar visualmente de muchas maneras: mediante eflorescencias, agregaciones, incremento de la transparencia, *cracking*, pérdidas de material, etcétera. Las regiones saponificadas, a menudo crecen en agregados que se hinchan y, a veces, sobresalen a través de la superficie pictórica. Los agregados grumosos pueden formarse en la preparación, así como en las capas pictóricas superiores, haciendo que la superficie tenga una textura rugosa. En los casos más preocupantes crecen pequeños bultos de material en los estratos de pintura subyacentes con ruptura de la superficie pictórica, dando lugar a una textura superficial caracterizada por evidentes manchas, protrusiones o costras. Como resultado final, la superficie de las pinturas puede aparecer arenosa, opaca, blanqueada o inusualmente transparente. El material que sobresale, a menudo, se pierde, y los vacíos resultantes se llenan de suciedad, apareciendo como manchas oscuras[7].

Sobre la base de casos reales, la formación de protrusiones en obras anteriores al siglo XIX se ha asociado con la presencia de pinturas a base de plomo (principalmente blanco de plomo, minio o amarillo de plomo y estaño), mientras que en obras más recientes, el problema se ha detectado también en pinturas a base de blanco de zinc, en donde la formación de jabones de zinc puede provocar la delaminación de la pintura, con levantamiento de las capas pictóricas superiores y desprendimiento del lienzo. Estos sucesos alarmantes se han observado en obras de artistas del siglo XX, como Franz Kline, Piet Mondrian y Salvador Dalí[8].

La degradación por formación de jabones metálicos es un proceso de deterioro intrínseco a la pintura, ya que se produce por reacción de los componentes de esta, y es, por lo tanto, inevitable en ciertas obras de arte. Existen algunos casos en los que ha sido posible reducir algunos agregados

[1] Keune, Katrien. *Binding medium, pigments and metal soaps characterised and localised in paint cross-sections,* PhD thesis, University of Amsterdam, 2005.

[2] Centeno, S.A.; Mahon, D; *The Metropolitan Museum of Art Bulletin*, New Series, 67, Nueva York, 2009, pp. 12-19.

[3] Boon, J.J.; Van Der Weerd, J.; Keune, K.; Noble, P.; y Wadum, J. *ICOM Committee for Conservation, 13th Triennial Meeting,* Vol. I, Rio de Janeiro, R. Vontobel, ed, 2002, pp. 401-406.

[4] Noble, P.; Van Loon, A.; y Boon, J.J. *Chemical changes in old master paintings II: darkening due to increased transparency as a result of metal soap formation processes,* 14th triennial meeting The Hague, ICOM Committee for Conservation: preprints volume 1; ed. I. Verger, James & James, 2005, pp. 496-503.

[5] Hermans, Joen J.; Keune, Katrien; Van Loon, Annelies; y Iedema, Piet D. "An infrared spectroscopic study of the nature of zinc carboxylates in oil paintings", *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 30, 2015, pp. 1600-1608.

[6] Tumosa, Charles S. *A brief history of aluminium stearate as a component of paint*. WAAC Newsletter, 2001, pp. 10-11.

[7] Hermans, Joen J. *Metal soaps in oil paint Structure, mechanisms and dynamics*, PhD Thesis. University of Amsterdam, 2017.

[8] Mass, Jennifer. "Paintings suffer from breakouts, too – but what is "art acne"?", *Apollo. The international art magazine*, 2019.

de jabones metálicos, sin embargo, el uso de agentes de limpieza debe realizarse con la máxima precaución[9]. Además, cuando el daño ocasionado amenaza la integridad de las capas pictóricas, no existe tratamiento de restauración que pueda devolver la obra a su estado original, de modo que la conservación preventiva es la única estrategia posible.

En los últimos años, el mecanismo de formación de los jabones metálicos ha sido ampliamente estudiado. Durante una primera etapa se forma una estructura ionométrica por reacción de pigmento y aglutinante que da lugar a bandas anchas en el espectro de FTIR. Estas se van volviendo más estrechas y sufren un desplazamiento a medida que los jabones metálicos van cristalizando[10]. Si bien este mecanismo está ampliamente aceptado en la actualidad, su relación con las condiciones ambientales es un campo de estudio todavía por profundizar[11].

Algunos trabajos han evidenciado que determinadas condiciones de humedad relativa y temperatura favorecen la formación de estos compuestos[12-14]. No obstante, en la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha se han adoptado condiciones extremas de envejecimiento acelerado, muy alejadas de lo que ocurre habitualmente en la realidad. Además, no se han tenido en cuenta las fluctuaciones que los parámetros ambientales experimentan a lo largo del día y del año.

En este contexto, el objetivo que se persigue es el diseño de una metodología de trabajo que permita estudiar de manera sistematizada el efecto de distintas condiciones de humedad relativa, tanto estables como variables, sobre el mecanismo de formación de jabones metálicos en pinturas al óleo con distintas formulaciones de pigmento y aceite secante.

Se pretende establecer, por una parte, una metodología válida de preparación de maquetas pictóricas que permita estudiar las primeras etapas de envejecimiento, para lo que es necesario realizar un proceso de secado rápido. Por otra parte, intentar diseñar un protocolo de envejecimiento y de análisis que permita establecer tanto la cinética de formación de jabones metálicos en función de las condiciones ambientales de humedad relativa para pinturas al óleo con distintas formulaciones, como su consecuente deterioro, y poder discernir, en última instancia, el efecto de la variabilidad de la humedad relativa sobre dicho mecanismo de formación.

La interpretación de los datos obtenidos aspira a contribuir a la comprensión de la formación y difusión de los jabones metálicos en distintos sistemas de pinturas al óleo, y del posible deterioro que estos generan sobre las capas pictóricas, con el fin último de proponer condiciones de conservación, almacenaje y exposición para obras de arte susceptibles de formar jabones metálicos.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL Y EQUIPOS UTILIZADOS

Para realizar este estudio se seleccionaron cuatro pigmentos distintos:

- Dos pigmentos que contienen plomo: blanco de plomo ($(PbCO_3)_2 \cdot Pb(OH)_2$) y minio ($Pb_2O_3$).
- Otros dos que contienen zinc: blanco de zinc (ZnO) y litopón ($ZnS + BaSO_4$).
- Y dos aceites secantes: aceite de lino y aceite de nueces, ambos prensados en frío.

Todos los materiales fueron adquiridos a la casa Kremer Pigmente, previamente analizados con el fin de determinar su composición.

Para poder establecer el distinto comportamiento en base a los componentes de las pinturas se decidió fijar una proporción de aceite: pigmento fija para todas ellas. Tras numerosas pruebas se decidió que la proporción en peso 1:2 permitía obtener pinturas con la reología adecuada en todos los casos. Posteriormente se seleccionó un soporte inerte de PET (Melinex) sobre el que se crearon capas pictóricas de 120 µm de espesor [F. 01].

[9]
Keune, Katrien; y Boéve-Jones, Gwendolyn, "Its surreal: zinc-oxide degradation and misperceptions in Salvador Dalí's Couple with Clouds in Their Heads, 1936", *Issues in contemporary oil paints,* Springer, Cham Ed., 2014, pp. 283-294.

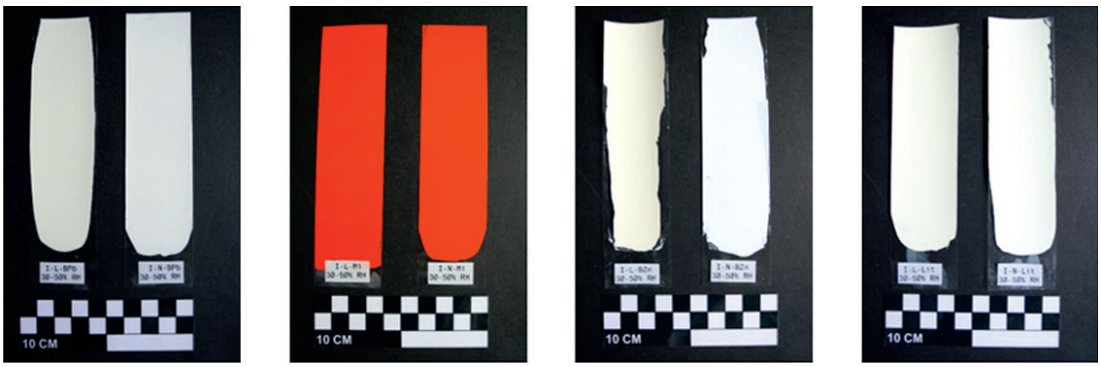
[10]
Hermans, Joen J.; Keune, Katrien; Van Loon Annelies; y Iedema, Piet D. "The crystallization of metal soaps and fatty acids in oil paint model systems", *Physical Chemistry Chemical Physics*, 18, 2016, pp. 10896-10905.

[11]
Casadio, F.; Keune, K.; Noble, P.; Van Loon, A.; y Hendriks, E., Centeno, S. A. y Osmond, G., Metal Soaps in Art. Conservation and Research, New York, Ed. Springer, 2019.

[12]
Luxán, M.; y Dorrego, F., "Reactivity of earth and synthetic pigments with Iinseed oil", *Surface Coatings International,* 82, 1999, pp. 390–402.

[13]
Erhardt, David; Tumosa, Charles S.; y Mecklenburg, Marion F., "Natural and accelerated thermal aging of oil paint films", *Studies in Conservation,* 45, 2000, pp. 65-69.

[14]
Arbizzani, R.; Casellato, U.; Fiorin, E.; Nodari, L.; Russo, U.; y Vigato, P. A. "Decay markers for the preventative conservation and maintenance of paintings", *Journal of Cultural Heritage,* 5, 2004, pp. 167-182.



a) b) c) d)

[F. 01]
Maquetas pictóricas preparadas sobre soporte de PET.
a) Blanco de plomo con aceite de lino (izquierda) y de nueces (derecha).
b) Minio con aceite de lino (izquierda) y de nueces (derecha).
c) Blanco de Zn en aceite de lino (izquierda) y de nueces (derecha).
d) Litopón aceite de lino (izquierda) y de nueces (derecha)

De manera paralela se prepararon maquetas de aceite solo, sin pigmento, que fueron sometidas a los mismos procesos de secado y envejecimiento que las pinturas, con el objetivo de distinguir entre los cambios debidos al aceite de los procesos derivados de su reacción con los pigmentos.

Las maquetas preparadas se secaron en estufa a 60 °C durante cuatro días, excepto aquellas que contienen litopón, que necesitaron un tiempo de secado de seis días. Tras este periodo las pinturas estaban secas al tacto, momento que se considera tiempo cero de envejecimiento (t_0).

Se realizaron cinco ensayos de envejecimiento en distintas condiciones de humedad relativa (HR) y temperatura fija en 21 °C, con un tiempo de exposición de dieciséis semanas, y que se pueden dividir en tres grupos:

— Humedad relativa baja (constante del 30 % y variable entre 30 y 50 % con ciclos de ocho horas)
— Humedad relativa alta (constante del 70 % y variable entre 50 y 70 % con ciclos de ocho horas)
— Condiciones de referencia: condiciones estándar a 55 % HR.

Estos protocolos de envejecimiento se llevaron a cabo utilizando dos cámaras climáticas de la marca Vötsch, modelos VCL y Heraeus HC 2020.

Se registraron los cambios fisicoquímicos ocurridos durante el envejecimiento, utilizando diversas técnicas analíticas, estableciéndose los intervalos adecuados entre medidas de manera que el estudio fuera experimentalmente viable:

— Espectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier con dispositivo acoplado de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR) para el seguimiento de la formación de carboxilatos metálicos y posterior estudio cinético. Las medidas se realizaron de manera rutinaria, tanto en el anverso como en el reverso de las películas pictóricas, a distintos tiempos de envejecimiento, empezando a las 24 horas. Para ello se utilizó un equipo Nicolet 380 de Thermo Scientific. Los espectros se recogieron entre 4000 - 400 cm^{-1} tras 32 escaneos en varias zonas de cada muestra (entre 2 y 4), de los cuales se obtuvo un espectro medio. Para estudiar el progreso de la formación de los carboxilatos metálicos, los espectros se normalizaron a la banda del carbonilo ν(C=O) a 1737 cm^{-1}.
— Difracción de rayos X de polvo (XRPD) en configuración Bragg-Bretano (θ-θ) para el estudio de la descomposición de los pigmentos, en un difractómetro X'Pert PRO MPD de PANalytical con radiación de Cu (45kV, 40mA), en un rango angular de entre 10° y 65° (2θ) dependiendo del pigmento, con un tamaño de paso de 0.03 y 0.5 s de contaje. La identificación de fases se realizó utilizando la base de datos PDF-2 2002 del International Centre of Diffraction Data (ICDD) utilizando el *software* X-Pert HighScore Plus de Panalytical.

— La sección transversal de las películas pictóricas se observó con un microscopio óptico Olympus BX51 con luz visible y ultravioleta (UV) y un microscopio electrónico de barrido JEOL 6400 JSM a 20kV utilizando electrones retrodispersados (BSE-SEM).

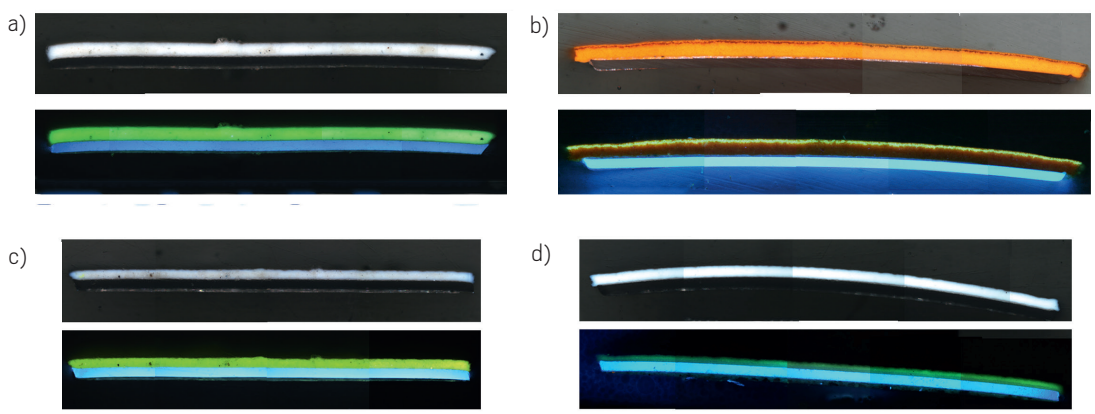
RESULTADOS

La caracterización previa de los pigmentos por XRPD ha permitido establecer la composición mineralógica de cada uno de ellos, que corresponde a las fases cristalinas Pb_2O_3 [PDF: 00-041-1493] para el minio; $PbCO_3$ [PDF: 00-047-1734] para el blanco de plomo; ZnO [PDF: 00-036-1451] para el blanco de zinc; y ZnS [PDF: 00-036-1450] y $BaSO_4$ [PDF: 00-024-1035] para el litopón.

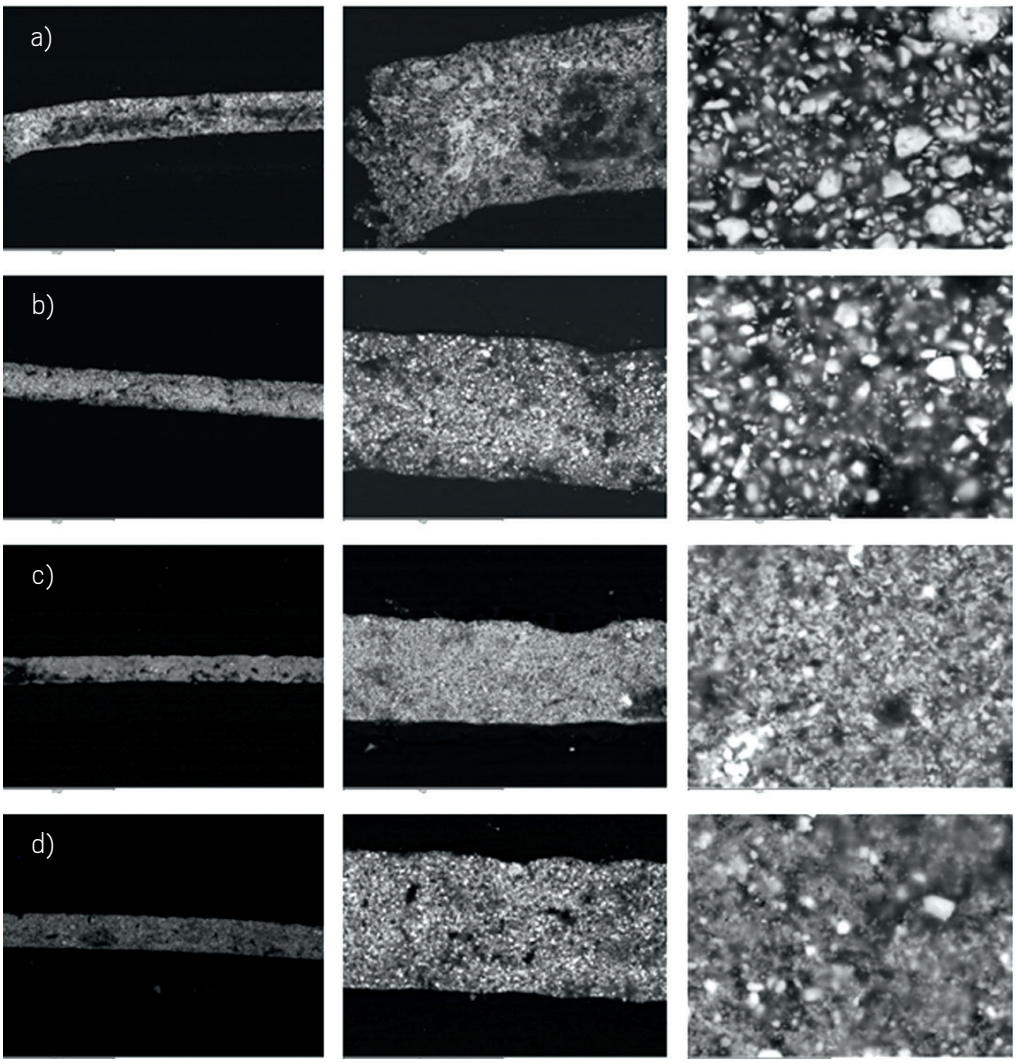
Es necesario resaltar que, en el caso del blanco de plomo, la composición mineralógica detectada por XRPD corresponde a la cerusita, en vez de a la hidrocerusita, como era de esperar. Se analizó este pigmento, también por FTIR-ATR, para comprobar si existía una parte de $Pb(OH)_2$ que no fuera cristalina y, por lo tanto, no se hubiera detectado con XRPD, y no se observó ninguna banda alrededor de 3500cm^{-1}, donde suelen aparecer las bandas de los grupos OH, ν(OH), a 3537 cm^{-1}, confirmando que el pigmento comercializado como blanco de plomo por la casa Kremer Pigmente es en realidad carbonato de plomo sin la componente básica, lo que, sin duda, afectará a la estabilidad del pigmento aglutinado con aceite.

Se muestran como ejemplo imágenes tomadas con el microscopio óptico usando luz visible y ultravioleta de la sección transversal de las distintas pinturas envejecidas durante dieciséis semanas en condiciones de humedad variable, entre el 30 y el 50 %, donde pueden observarse las capas pictóricas formadas sobre el soporte de PET [F. 02]. Con la proporción aceite: pigmento utilizado (1:2 en peso) se forman, en el caso del minio, películas pictóricas heterogéneas en las que existe una mayor concentración de pigmento en la parte inferior y una mayor concentración de aceite en la parte superior (b). La utilización de aceite de nueces provoca un resultado similar, ya que ambos aceites tienen una densidad parecida. En los demás casos, la película pictórica formada es homogénea en su sección transversal. Cabe destacar, asimismo, la tendencia al combado que se observa en las maquetas de litopón (d), mayor que en el resto de las muestras.

En la siguiente figura, imágenes tomadas con BSE-SEM a distintos aumentos de las maquetas preparadas con aceite de lino y envejecidas dieciséis semanas en humedad variable entre el 30 y



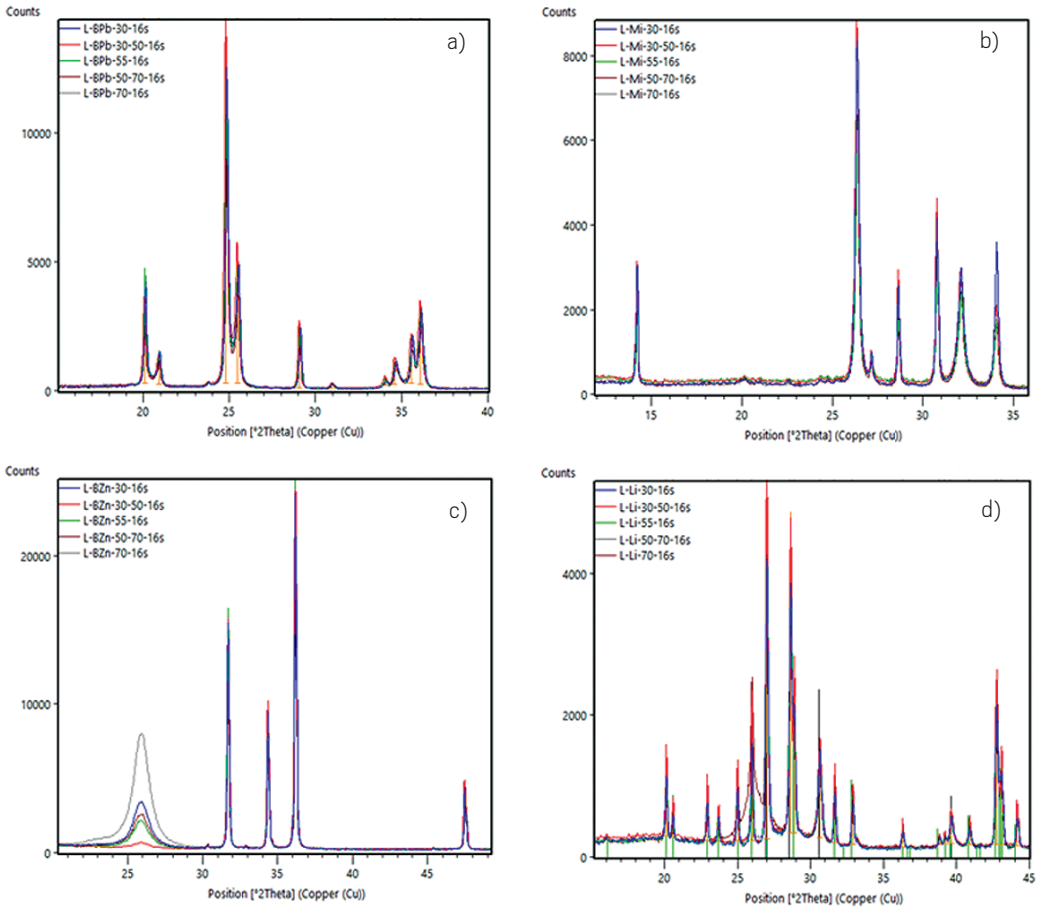
[F. 02]
Imágenes tomadas con el MO a 100 aumentos, de las secciones transversales de las maquetas preparadas con:
a) Aceite de lino y blanco de plomo.
b) Aceite de lino y minio.
c) Aceite de lino y blanco de zinc.
d) Aceite de lino y litopón.
Todas ellas han sido envejecidas durante dieciséis semanas en condiciones de humedad variable entre el 30 y el 50 %. En todos los casos la imagen superior corresponde a la observación bajo luz visible y la imagen inferior, bajo luz UV.



[F. 03]
Imágenes de BSE-SEM tomadas a distintos aumentos, de las secciones transversales de las maquetas preparadas con:
a) Aceite de lino y blanco de plomo.
b) Aceite de lino y minio.
c) Aceite de lino y blanco de zinc y d) aceite de lino y litopón y envejecidas durante dieciséis semanas en condiciones de humedad variable entre el 30 y el 50 %.

el 50 %, se puede observar la distribución homogénea de los granos de pigmento en toda la sección [F. 03]. No se han observado diferencias significativas, ni con los distintos aceites utilizados ni con el tiempo de envejecimiento, en ninguna de las condiciones ambientales ensayadas. Las películas realizadas con blanco de plomo o con minio (a y b), están formadas por agregados de pigmento de tamaño y forma heterogénea de alrededor de 2 µm y partículas sueltas de 0.8-0.2 µm. En el blanco de plomo se puede apreciar también, a grandes aumentos, que las partículas tienen una forma alargada. Por su parte, en las maquetas preparadas con blanco de zinc (c), se observan partículas de pigmento de menor tamaño, aunque variable, entre los 100 nm y los 0,6 µm. Finalmente, en las pinturas que contienen litopón (d) se observan dos tipos de partículas; las más grandes y brillantes en las imágenes de BSE-SEM corresponden al $BaSO_4$, con un tamaño medio de unos 5 µm, y otras más pequeñas y oscuras de tamaño nanométrico (≤100 nm) correspondientes al ZnS.

Los patrones de difracción de las maquetas envejecidas bajo distintas condiciones de humedad relativa muestran la estabilidad de los pigmentos con el tiempo, independientemente del pigmento y aceite utilizado [F. 04], de manera que no se observa un cambio en los perfiles de los máximos de difracción que pueda indicar un deterioro de los cristales de pigmento o una disminución de su tamaño. En el caso de las maquetas realizadas con blanco de zinc (c) se observa, además

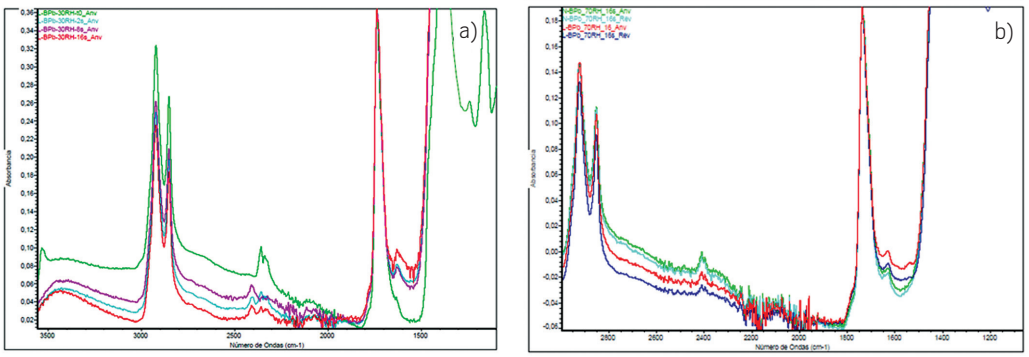


[F. 04]
Patrones de difracción de las maquetas realizadas con aceite de lino y:
a) Blanco de plomo.
b) Minio.
c) Blanco de zinc.
d) Litopón, envejecidas durante 16 semanas en distintas condiciones de humedad relativa (30 % azul, 30-50 % rojo, 55 % verde, 50-70 % gris y 70 % marrón).

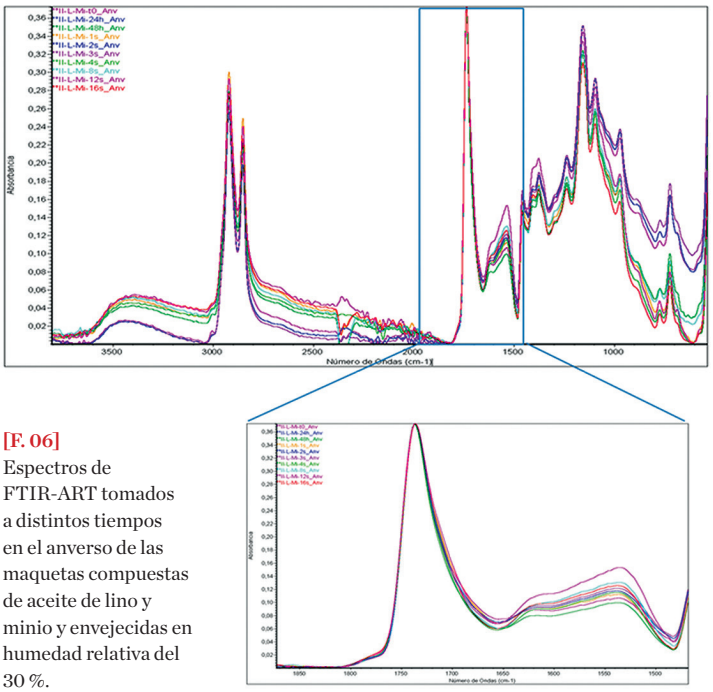
de los máximos debidos al pigmento ZnO, un máximo ancho a 25.9° (2θ) debido al soporte de PET, independientemente del aceite utilizado y de las condiciones y tiempo de envejecimiento, lo que pone de manifiesto el menor poder cubriente de este pigmento. En el caso de la maqueta realizada con aceite de lino y litopón, y envejecida durante dieciséis semanas en humedad relativa del 70 %, también se observa este máximo debido al soporte. Sin embargo, al no aparecer de manera sistemática en estas maquetas, se considera una anomalía de la zona de medida en este caso que podría situarse cerca del borde de la película pictórica, o debido a la tendencia a combarse, como se vio en el estudio de la sección transversal, que puede haber favorecido la iluminación de parte del soporte durante la medida con XRPD.

Se realizaron medidas de FTIR-ATR en las maquetas envejecidas a distintos tiempos, tanto en el anverso como en el reverso de la capa pictórica. Los espectros FTIR de las pinturas muestran las características típicas de los aceites secantes: en la región de 3000 cm^{-1} las vibraciones de estiramiento de los enlaces C-H, debido a la abundante presencia de grupos CH_2 y CH_3 en los ácidos grasos. La intensa banda del carbonilo de los enlaces éster de los triglicéridos aparece en 1737 cm^{-1} d(C=O) [vs]. La asimetría que se observa en esta banda corresponde a la formación de ácidos grasos libres, debido al proceso de hidrólisis y/u oxidación.

En las maquetas preparadas con blanco de plomo se observa, además, una banda ancha a 1630 cm^{-1} que aumenta de intensidad con el tiempo de envejecimiento [F. 05], que se puede relacionar con la formación de enlaces conjugados C=C a partir de los sencillos, según se describe. Esta banda, apenas perceptible a tiempo cero, va aumentando en intensidad con el tiempo de envejecimiento en



[F. 05]
Espectros FTIR de:
a) Las maquetas realizadas con aceite de lino y blanco de plomo y envejecidas en humedad relativa del 30 % a tiempo cero (verde), durante dos semanas (cian), ocho semanas (rosa) y dieciséis semanas (rojo).
b) Maquetas envejecidas durante dieciséis semanas en condiciones de humedad relativa del 70 %, realizadas con blanco de plomo y aceite de nueces, medida en el anverso (verde), aceite de nueces, medida en el reverso (cian), aceite de lino, medida en el anverso (rojo) y aceite de lino, medida en el reverso (azul).



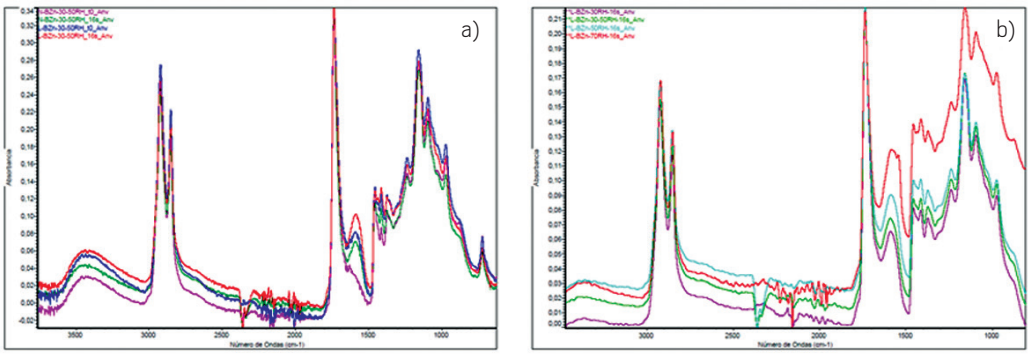
[F. 06]
Espectros de FTIR-ART tomados a distintos tiempos en el anverso de las maquetas compuestas de aceite de lino y minio y envejecidas en humedad relativa del 30 %.

todas las condiciones de HR estudiadas. Además, el envejecimiento en condiciones de humedad alta (70 % RH), durante dieciséis semanas, da lugar a la formación de una pequeña banda a 1537cm^{-1}, en este caso debida a la formación de carboxilato de plomo[15]. Esta pequeña banda se ha identificado únicamente en el anverso de la pintura formulada con aceite de lino y en condiciones de humedad relativa alta, tras dieciséis semanas (b).

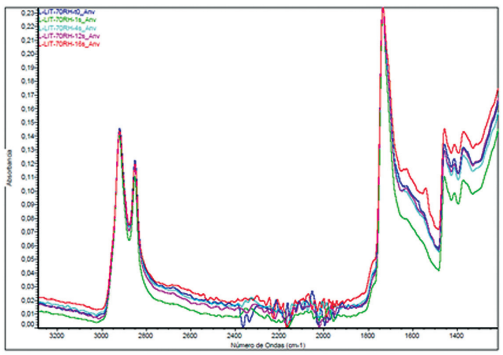
En el caso de las maquetas formadas con minio se observa una banda ancha a 1534 cm^{-1} desde el tiempo cero, y un hombro ancho a ~1620 cm^{-1}, debidos, ambos, a la formación de carboxilatos de plomo. Puede apreciarse un ligero aumento en la intensidad de esta banda con el tiempo de envejecimiento [F. 06]. En este caso, la formación de los carboxilatos de plomo está favorecida en el reverso, probablemente debido a la mayor concentración de pigmento en esta zona, como se observó en el estudio microscópico de la sección transversal. La dependencia de la formación de carboxilatos con las condiciones de humedad no es obvia al observar los espectros de FTIR-ATR, y necesitarán de un estudio cinético en profundidad. En comparación con las pinturas de blanco de plomo, el minio posee una mayor tendencia a la formación de carboxilatos en los tiempos estudiados, como ya habían descrito algunos autores[16]. En ambos casos, tanto en el blanco de plomo como en el minio, los

[15]
Garrappa, Silvia; KoĎí, Eva; Švarková, Silvie; BezdiĎka, Petr; y Hradil, David, "Initial stages of metal soaps formation in model paints: The role of humidity", *Microchemical Journal*, 156, 2020, pp. 10842.

[16]
Possenti, Elena; Colombo, Chiara; Realini, Marco; Li Song, Cai; y Kazarian, Serguei G., "Insight into the effects of moisture and layer build-up on the formation of lead soaps using micro-ATR-FTIR spectroscopic imaging of complex painted stratigraphies", *Analytical and Bionalytical Chemistry*, 2020.



[F. 07]
Espectros FTIR-ATR tomados en el anverso de las maquetas envejecidas en:
a) Condiciones de humedad variable entre el 30 y el 50 %, formada por blanco de cinc y aceite de nueces y tomada a tiempo cero (rosa) y tras dieciséis semanas de envejecimiento (verde), y la pintura formada por blanco de zinc y aceite de lino y tomada a tiempo cero (azul) y tras dieciséis semanas de envejecimiento (rojo).
b) Maquetas realizadas con blanco de zinc y aceite de lino y envejecidas durante dieciséis semanas en condiciones de humedad relativa del 30 % (morado), entre el 30 y el 50 % (verde), 55 % (cian) y al 70 % (rojo).



[F. 08]
Espectros de FTIR-ATR tomados en el anverso de las maquetas realizadas con aceite de lino y litopón y envejecidas en condiciones de humedad relativa del 70 % a distintos tiempos.

carboxilatos que se forman tienen una estructura amorfa, ya que la cristalización de estos produciría un desplazamiento de las bandas de FTIR hasta aproximadamente 1510 cm^{-1}.

Las maquetas preparadas con blanco de zinc, y envejecidas en las distintas condiciones de humedad relativa, muestran una banda ancha a 1590 cm^{-1}, debida a la formación de carboxilatos de zinc[17]. Esta banda se forma ya durante el proceso de secado en las pinturas con aceite de lino, mientras que con aceite de nueces comienza a formarse a partir de las 24 horas de envejecimiento, y sigue creciendo con el tiempo [F. 07a]. En [F. 07b] se muestran los espectros obtenidos tras dieciséis semanas de envejecimiento en las distintas condiciones de humedad ensayadas para las maquetas realizadas con aceite de lino y blanco de zinc. Tanto en el anverso como en el reverso, la banda de carboxilato se hace más intensa cuando ha sido envejecida en humedad alta (70 %). Además, en el anverso se observa la formación de un hombro más estrecho a 1541 cm^{-1}, que podría indicar la cristalización del carboxilato de zinc. Para asegurarnos de ello sería necesario realizar un envejecimiento más largo y realizar medidas de XRPD a bajos ángulos. Por otra parte, cuando se utiliza aceite de nueces como aglutinante, también se ha podido observar la formación de la banda de carboxilato favorecida en condiciones de humedad alta, aunque en este caso, el pequeño hombro de 1541 cm^{-1} no se forma después de dieciséis semanas.

Por último, los espectros de las maquetas preparadas con litopón muestran la existencia de un hombro ancho a aproximadamente 1630 cm^{-1}, que puede ser debido a la formación de enlaces dobles C=C conjugados, como se ha descrito para el blanco de plomo. No se observa indicio de formación de carboxilato de zinc, únicamente en el anverso de la pintura formulada con aceite de lino y tras dieciséis semanas de envejecimiento en condiciones de humedad alta (70 %). En estas condiciones puede observarse la formación de una pequeña banda a 1544 cm^{-1} que, como en el caso del blanco de zinc, podría estar indicando la formación de un carboxilato de zinc cristalino [F. 08]. La diferencia con ese pigmento es que, en el caso del litopón, no se estarían formando carboxilatos amorfos intermedios. Para confirmar este hecho será necesario realizar ensayos de envejecimiento más largos.

[17]
Baij, Lambert; Hermans Joen J.; Keune, Katrien; y Iedema, Piet, "Time-Dependent ATR-FTIR Spectroscopic Studies on Fatty Acid Diffusion and the Formation of Metal Soaps in Oil Paint Model System", *Angew. Chem.*, 180, 2018, pp. 7473-7476.

CONCLUSIONES

La metodología experimental desarrollada ha permitido estudiar la distinta tendencia a la formación de carboxilatos metálicos en pinturas formuladas con diferentes aceites y pigmentos, durante las primeras dieciséis semanas de envejecimiento en distintas condiciones de humedad relativa, tanto estable como variable. La utilización de una proporción fija de aceite y pigmento ha permitido comparar directamente las distintas pinturas, aunque se ha observado que, en el caso de las pinturas con minio, da lugar a capas pictóricas heterogéneas.

Se ha observado la formación de carboxilatos metálicos por FTIR-ATR, desde tiempo cero, en las pinturas que contienen minio o blanco de zinc, y solo tras dieciséis semanas de envejecimiento en condiciones de humedad relativa alta en las que contienen blanco de plomo y aceite de lino. Por su parte, las pinturas que contienen litopón como pigmento, no tienen tendencia a la formación de carboxilatos de zinc, aunque será necesario realizar envejecimientos más largos para constatar este hecho.

Los pigmentos aglutinados con aceite de lino parecen tener una mayor tendencia a la formación de carboxilatos que los aglutinados con aceite de nueces. Aunque para determinar la relación entre la humedad relativa y la formación de carboxilatos es necesario la realización de un estudio cinético. Se ha podido establecer que, en el caso del blanco de plomo y el blanco de zinc, las condiciones de humedad relativa alta favorecen la formación de carboxilatos metálicos.

Los carboxilatos formados no suponen, en los tiempos de envejecimiento estudiados, la degradación de las partículas de pigmento ni cambios en el tamaño de sus cristales. Por microscopía electrónica de barrido no son apreciables, debido a su pequeño tamaño.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comunidad de Madrid a través del Convenio Plurianual con la Universidad Complutense en su línea Programa de Estímulo a la Investigación de Jóvenes Doctores, en el marco del V PRICIT (V Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica).

Reflecting upon the Invisibility of the Conservator's Creative Agency

ANDREIA NOGUEIRA

The aim of this paper is to discuss whether the conservator's creative agency has been actively influencing conservation decision-making processes especially in the case of "unruly" objects, those that, as defined by sociologist Fernando Domínguez Rubio, behave as variable, requiring creative adaptations. The paper takes an interdisciplinary perspective based on recent discussions about the future maintenance of late twentieth- and twenty-first-century musical heritage.

WHEN ARTWORKS CHANGE: INTERPRETATION AND CREATIVITY IN THE MUSICAL DOMAIN

Most contemporary artworks, particularly those that are performance- based, change over time more significantly than material-oriented artworks, and this is in part due to the fact that any reenactment or activation of the performance-based work entails a creative endeavor.[1]

Contemporary music (notably electroacoustic music, live electronic music, computer music, and the like) is a case in point, because it depends on the performers' creative interpretation, which is often welcomed and even required for the performance to be considered authentic. Nevertheless, traditionally, interpreters are not expected to create new works. Instead, they are assigned the task of creating authentic, unique performances that comply with the musical text or the composers' intentions or wishes.[2] However, their creativity is especially important in maintaining a contemporary musical repertoire that is extremely dependent on new technologies and unconventional sounds, and hence not necessarily preserved through the traditional musical texts or other sorts of documentation. This repertoire requires a dynamic conservation approach based on change and creativity, so as to constantly reinterpret the works in their variability. The Working Group on Collaborative Archiving and Creative Preservation recently underscored the need for such an approach in their work creating the Sidney database, at the Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (IRCAM) in France, aimed at preserving contemporary musical repertoire.[3]

Serge Lemouton, one of the coordinators of the database, in conversation with musicologist Federica Bressan noted that:

> if we need to preserve a painting it's quite easy: in a museum, you need to restore it after several centuries, but for a work of art produced with a computer, you need to restore it, you need to reprogram it every five years. The lifetime of an interactive computer, technology system is not more than four or five years. So that's a problem. [. . .] if we keep the file like something fixed, it will not be readable or performable after a few years [. . .] if we preserve it as closed objects it's dead. So, the only way to make it live, is to re-perform it always, and to be able to always reinterpret. [. . .] So, that is the creative part.[4]

Preserving a painting is not as simple as Lemouton suggests. But the fact remains that old-master pieces change significantly more slowly (when kept in good storage or exhibition conditions) than performance-based artworks, especially those dependent on new technologies that require continual reinterpretation and activation. In the musical domain, a creative agency is not only recognized but also welcomed and considered vital for maintaining late twentieth- and twenty-first-century musical heritage.

Given the similar performance-based nature of many contemporary visual artworks (e.g., installations, time-based media, performance, software, or net art) and musical compositions (e.g., electroacoustic, live electronic, or computer music), one can argue that the preservation of contemporary visual artworks should be approached in a similar way. The creative agency of the conservator, especially that of the conservator of contemporary art, has, in fact, been acknowledged.[5] However, that has not been sufficient for it to be recognized or made visible in, for instance, current theoretical and practical conventions and ethical guidelines underpinning contemporary art conservation studies, in particular, and the conservation-restoration field, in general. This reluctancy in recognizing the conservator's creative agency is, however, not in line with a dynamic conservation approach that considers an artwork's trajectory and biography, where

[1] Fernando Domínguez Rubio, *Still Life: Ecologies of the Modern Imagination at the Art Museum* (Chicago: The University of Chicago Press, 2020).

[2] Lydia Goehr, *The Imaginary Museum of Musical Works: An Essay in the Philosophy of Music* (Oxford: Clarendon Press, 1992); Richard Taruskin, *Text & Act: Essays on Music and Performance* (Oxford: Oxford University Press, 1995); Peter Kivy, *Authenticities: Philosophical Reflections on Musical Performance* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1995); Nicholas Cook, *Beyond the Score: Music as Performance* (Oxford: Oxford University Press, 2013).

[3] Serge Lemouton, Alain Bonardi, Laurent Pottier, and Jacques Warnier, "On the Documentation of Electronic Music," *Computer Music Journal* 42, no. 4 (2018): 41–58; Alain Bonardi, Laurent Pottier, Jacques Warnier, Serge Lemouton, and Pellerin, Guillaume, *Archivage Collaboratif et Préservation Créative. Rapport Final du Groupe de Travail 2018/19*, Association Francophone d'Informatique Musicale, 2020.

[4] Serge Lemouton, "The Preservation of Electroacoustic Music," May 2019, in *Technocolture Podcast*, episode 32, produced by Federica Bressan, http://podcast.federicabressan.com/serge-lemouton.php.

[5] Paul Eggert, *Securing the Past: Conservation in Art, Architecture, and Literature* (Cambridge: Cambridge University Press, 2009); Rita Macedo, Andreia Nogueira, and Hélia Marçal, "The Conservator as a Performer," *Athens: ATINER'S Conference*

change is desired and expected as part of the work itself, an approach that constantly arises in any discussion of contemporary art conservation.[6]

This is to say that the creative agency of the conservator has been overlooked, despite the fact that a number of authors, academics, and practitioners in the field of contemporary art conservation have already established a connection with the musical domain. Most of these studies look, however, to establish connections with musical notation or with philosophical accounts of musical works and performances.[7]

I am, then, of the opinion that the exercise of truly connecting the fields of contemporary art preservation and contemporary music preservation has not yet been fully explored.[8] Cross-fertilization can be fruitful for both domains, and, for the topic at hand, it is fundamental, as to support the claim that: there is a need to make visible the conservator's creative agency so that it can be understood by society at large. This is of the utmost importance because the conservator of contemporary art, while reinstalling or assisting in the reenactment or activation of a given artwork, becomes effectively a performer or an interpreter: a creator of new adaptations, interpretations, and meanings.

BEING INVISIBLE: THE CONSERVATOR'S CREATIVE AGENCY

Already in 2011, theorist and contemporary art conservator Vivian van Saaze called our attention to the fact that "conservation practices have long been deliberately concealed from the public eye."[9] This can be extremely dangerous because, as she explains, "[i]n contemporary art museums installation artworks are usually presented as fixed and finished artworks, thereby neglecting the sometimes far-reaching physical changes of conservation decisions and successive installation moments."[10] This is, in a way, a consequence of the public image of conservation. For many people, the conservator is a passive custodian, wearing white gloves and a white coat and working in a laboratory.

There is, indeed, a long-held mainstream perspective in favor of the epistemic invisibility of the conservator's agency brought about by the advent of scientific conservation, which also contributed to establishing a hierarchy that places conservators among artists, curators, and other stakeholders but with no audible voice or recognized intent. Usually, conservators' interventions are not expected to be visible because (at least when it comes to the most traditional cultural and artistic assets) they still follow procedures that are formally neutral and scientifically and objectively reliable. The following episode, reported by art historian Noémie Étienne, illustrates this way of thinking:

> Some weeks ago, I wrote an email to a conservator working in a very famous museum in New York City, asking for a meeting in her atelier. I deliberately chose the word *atelier* because it's a French word and because it had, in my opinion, a positive connotation, being somehow welcoming, historical and practice oriented. In my mind, it was an appropriate word to describe such a space.
>
> The American conservator however, wasn't completely happy with my choice.
>
> Answering me, she explained that she would rather use the word "laboratory" to describe the place where she was working.
>
> According to her, conservators no longer refer to their work spaces as ateliers or anything conveying the sense of a work shop. However, she emphasized that conservators, as a group of practitioners, were nonetheless conflicted.[11]

Paper Series, no. ART2012-0087 (2012); Hélia Marçal, Andreia Nogueira, Isabel Pires, and Rita Macedo, "Connecting Practices of Preservation: Exploring Authenticities in Collaborative Performance-Based Artworks," in *Authenticity in Transition: Changing Practices in Contemporary Art Making and Conservation*, ed. Erma Hermens and Frances Robertson (London: Archetype Publications, 2016), 117–27; Hanna Hölling, "The Archival Turn: Toward New Ways of Conceptualising Changeable Artworks," in *Data Drift: Archiving Media and Data Art in the 21st Century*, ed. Rasa Smite, Lev Manovich, and Raitis Smits (Riga: RIXC and Liepaja's University Art Research Lab, 2015), 73–89; Hanna Hölling, *Paik's Virtual Archive: Time, Change, and Materiality in Media Art* (Oakland: University of California Press, 2017).

[6] Renée van de Vall, Hanna Hölling, Tatja Scholte, and Sanneke Stigter, "Reflections on a Biographical Approach to Contemporary Art Conservation," in *ICOM Committee for Conservation 16th Triennial Meeting, Lisbon, Portugal, 19–23 September 2011* (Almada: Critério, 2011), https://www.icom-cc-publications-online.org/1309/Reflections-on-a-biographical-Approach-to-Contemporary-Art-Conservation-.

[7] Derk Wegen, "Between Fetish and Score: The Position of the Curator of Contemporary Art," in *Modern Art: Who Cares? An International Research Project and an International Symposium on the Conservation of Modern and Contemporary Art*, ed. Ijsbrand Hummelen and Dionne Sillé (London: Archetype Publications, 2005), 201–209; William Real, "Toward Guidelines for Practice in the Preservation and Documentation of Technology-Based Installation Art," *Journal of the American Institute for Conservation* 40, no. 3 (2001): 211–31; Richard Rinehart, "A

Tate's online glossary notes that *atelier* is "a French word that translates literally as studio or workshop and is often used to denote a group of artists, designers or architects working collectively." The word is connected therefore with creativity. Conservators tend to identify themselves with objectivity and scientific knowledge, and hence with the laboratory.

Indeed, there is a common belief that conservators' interventions are neutral, as if they were purely technical and scientific and guided by objective criteria.[12] However, as Salvador Muñoz Viñas points out, this is not the case, for conservators' decisions (at least the most important ones) are based on subjective preferences, tastes, and feelings. According to him: "the thickness or composition of a varnish layer on a painting can be determined objectively, but the decision to remove the varnish to give it a cleaner, more harmonious appearance is essentially subjective, as it depends on the taste and preferences of the conservator."[13] In a word, no solely objective criteria can justify conservators' decisions and interventions.

Moreover, for many conservators, conservation is a question of maintaining the artwork's physical integrity by keeping it as close as possible to its original state, in accordance with the artist's intentions. Nonetheless, an artist's intentions cannot be fully grasped nor can the original state of a work ever be restored. As early as 1966, Belgian art historian and academic Paul Philippot "admitted that the original state of the work—that is, the state in which the artist left it when the creative process was completed—is impossible to reestablish or even to determine objectively."[14] Philippot later added: "It is an illusion to believe that an object can be brought to its original state. [. . .] The original state is a mythical, unhistorical idea."[15] Many transformations occur over time that cannot be reversed and end up transforming an artwork, moving it away from its original state. Therefore, any conservation intervention will inevitably alter and creatively or subjectively transform the work of art. In fact, conservation has always creatively intervened in artworks. Contemporary artistic creations have simply led conservators to emphasize this creative agency with more confidence, since to appreciate the past one needs to transform it, by actively and creatively engaging with it.

It is time then to reevaluate the mainstream conservation position regarding objectivity and invisibility, especially in relation to works of contemporary art, given their more significant variability in comparison with traditional material-oriented artworks. This changeable nature inevitably makes the conservator's creative agency more pronounced, which creates increasing tension with the position of invisibility. Therefore, there is a need to fully and openly recognize conservators' creative agency, crediting them for their interventions. Conservation is not a purely technical or objective activity but a critical, reflective, and creative endeavor. Understanding it in this way will foster a new path into its future.

Why then there is such an entrenched reluctance to acknowledge or make visible conservators' creative agency, when change is inevitable and sometimes even desirable as a way to preserve a given work? According to Jonathan Ashley-Smith, "[p]rogress can be seen as a combination of changes that are willingly accepted, and changes that are imposed by others. Survival in a changing world can be achieved by treating imposed change as an opportunity rather than a problem: *if you can't beat them, join them*."[16] Why not also consider creativity and visibility as an opportunity rather than a problem, as they go hand in hand with change? Ashley-Smith again provides an answer: "There is often strong peer pressure to do as others do, so as not to disturb the flow."[17] He further writes: "Conservation professionals are, unsurprisingly, conservative. Their behaviour tends to be unadventurous, at least in public. Although the level of regulation is weak, individuals often find it difficult to openly declare dissent and will work covertly rather than risk the reputation damage."[18]

System of Formal Notation for Scoring Works of Digital and Variable Media Art" (paper presented at the Electronic Media Group Annual Meeting of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Portland, Oregon, June 14, 2004); Richard Rinehart, "The Media Art Notation System: Documenting and Preserving Digital/Media Art," *Leonardo* 40, no. 2 (2007): 181–87; Pip Laurenson, "Authenticity, Change and Loss in the Conservation of Time-Based Media Installations," *Tate Papers*, no. 6 (2006); Vivian van Saaze, *Installation Art and the Museum: Presentation and Conservation of Changing Artworks* (Amsterdam: Amsterdam University Press, 2013); Renée van de Vall, "Documenting Dilemmas: On the Relevance of Ethically Ambiguous Cases," in "Performing Documentation in the Conservation of Contemporary Art," ed. Lúcia Matos, Rita Macedo, and Gunnar Heydenreich, special issue, *Revista de História da Arte*, series w, no. 4 (2015): 7–17; Hölling, *Paik's Virtual Archive*; among many others.

[8] Andreia Nogueira, Rita Macedo, and Isabel Pires, "Where Contemporary Art and Contemporary Music Preservation Practices Meet: The Case of *Salt Itinerary*," in "Saving the Now: Crossing Boundaries to Conserve Contemporary Works," ed. Austin Nevin, Joyce Townsend, Jo Atkinson, David Saunders, and Agnes Brokerhof, special issue, *Studies in Conservation* 61, sup. no. 2 (2016): 153–59.

[9] Vivian van Saaze, "Going Public: Conservation of Contemporary Artworks. Between Backstage and Frontstage in Contemporary Art Museums," *Revista de História da Arte*, no. 8 (2011): 234–49, 236.

[10] Van Saaze, "Going Public," 240.

With this comes the question: Are conservators prepared to make their voices heard and their interventions visible, rather than succumbing to the fear of external or even internal criticism? The danger of creativity (some will argue) is that it may be considered permissible to transform an object, or worse, an artwork, beyond acceptable limits, taking over the artist's role and relying solely on subjective interpretation. However, the question here is not at all about establishing a new creative process (leading to the creation of new objects or artworks); instead it has everything to do with creatively adapting artworks so they may successfully be preserved in their variability.

This is to say that by accepting conservators' subjectivity and creative agency in the preservation of contemporary art, one must acknowledge their influence on the meaning and significance of our cultural heritage. Indeed, "conservators are increasingly seen as active agents in the decision-making processes that shape the boundaries and meanings of the artwork."[19] This growing recognition of the conservator's agency and subjectivity is reflected, for instance, in the methodological approach of autoethnography proposed by Sanneke Stigter. According to her: "In conservation autoethnography implies conservators describing how the object affects their actions while at the same time considering how their actions affect the object. Autoethnography is thus directed towards dialogue and critical thinking."[20] In fact, as has been acknowledged in recent literature, to suppress the creative, subjective, and thoughtful practice of conservators of contemporary art is to conceal their visible and mediating role "between artist and audience, between past and future, between presence and absence."[21]

As Zöe Miller has proposed,[22] it is important to equip the entire community of stakeholders with the critical tools and knowledge to interpret and appreciate conservators' interventions and to deepen the experience of the works. Simply put, it is important to make conservators' creative agency visible and clearly legible to society at large and to our nonconservator friends and family, who still do not understand our work, as illustrated in image [F. 01] that I found on the Facebook



[F. 01]
Figure from the Facebook page "The Art of the Conservator," managed by the conservator Craig Deller, with his permission.

[11]
Noémie Étienne, "Restoration and the Material Turn in Art History: An Historical Perspective," Paper presented at Institute of Fine Arts" NYU, Mellon Research Initiative, December 2013. https://www.academia.edu/11785748/Restoration_and_the_Material_Turn_in_Art_History_an_Historical_Perspective_Institute_of_Fine_Arts_2013_.

[12]
Salvador Muñoz Viñas, *On the Ethics of Cultural Heritage Conservation* (London: Archetype Publications, 2020).

[13]
Muñoz Viñas, *On the Ethics*, 32.

[14]
Paul Philippot, "The Idea of Patina and the Cleaning of Paintings," in *Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage*, ed. Nicholas Stanley Price, M. Kirby Talley Jr., and Alessandra Melucco Vaccaro (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1996), 372–76, 373.

[15]
Paul Philippot, "Historic Preservation: Philosophy, Criteria, Guidelines, I," in *Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage*, ed. Nicholas Stanley Price, M. Kirby Talley Jr., and Alessandra Melucco Vaccaro (Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1996), 268–74, 273.

[16]
Jonathan Ashley-Smith, "The Ethics of Doing Nothing," *Journal of the American Institute for Conservation* 41, no. 1 (2018): 6–15, 7.

[17]
Ashley-Smith, "The Ethics," 11.

[18]
Jonathan Ashley-Smith, "A Role for Bespoke Codes of Ethics," (preprints of the ICOM-CC 18th Triennial Conference

page "The Art of the Conservator" managed by conservator Craig Deller, IIC Fellow. This image powerfully describes the invisibility of conservators' work. This is what almost all conservators face.

CONCLUSION

For many conservators, conservation has to do with maintaining the artwork's physical integrity, keeping it as close as possible to its original state and complying with the artist's intentions and with procedures that are formally neutral, invisible, and scientifically and objectively reliable—hence, void of any interference by taste, personal preference, or creativity. Conservation is, however, based on subjectivity and, as I have tried to demonstrate, on creative agency. It is quite interesting that, for Muñoz Viñas "the principle of minimal intervention may well have come into being because conservators were seen as too subjective or even as potential liars."[23] The problem, in my view, is not one of the conservator being a liar but rather that theirhis/her creative agency is made invisible. By not recognizing this agency and by not publicly allowing viewers to become familiar with the conservators' interventions and the underlying objective and subjective criteria in their decision-making processes, the conservation field was confronted with an increasing number of critiques of its professionalism. Instead of explaining their interventions and allowing outsiders to enter into their world, conservators chose to implement new principles and ways of maintaining their epistemic invisibility, by limiting their interventions. Such was the case of the minimal intervention principle. This is not to say that this principle is useless. It has, however, been applied too exhaustively because of the unwillingness to recognize the conservators' creative agency and to grant outsiders the critical tools to understand conservators' interventions and the way they inevitably alter any artwork and our understanding of cultural heritage.

In short, by creatively filling the gaps (though doing so on the basis of scientific knowledge and methods), conservators are promoting the continual preservation of our cultural heritage and collective memory. It is up to the conservation field to acknowledge once and for all that conservation-restoration is intimately linked with change and creativity, which is particularly evident in the field of contemporary art preservation. Conservators must recognize their authorship and influential role, much as musical performers do, becoming visible and being credited for their interventions.

Traditionally, as Boris Groys notes, the artist authored the work, while the curator selected it. However, for Groys, this distinction is rather obsolete, at least since Duchamp, as the artist actually makes selections too, turning the act of selecting into a creative one. Thus, the artist is also a curator, any curatorial decision is connected with a creative act, and we must recognize that an artwork is created by multiple authors.[24] Accordingly, I'm of the opinion that the conservator creatively engages in the identity of a work, since conservation and curatorial practices go hand in hand.

There is still, however, a conflict between authorship and mediation that needs to be addressed. In other words, there is a need to reflect upon the invisibility of the conservator's creative agency and its impact on the public face of conservation, while addressing both questions of mediation and authorship.

2017 Copenhagen, September 4–8, 2017), Theory and History of Conservation, ed. Janet Bridgland, (Paris: International Council of Museums, 2017), 1–8, 4.

[19] Fernando Domínguez Rubio, "Preserving the Unpreservable: Docile and Unruly Objects at MoMA," *Theory and Society* 43, no. 6 (2014): 617–45.

[20] Sanneke Stigter, "Autoethnography as a New Approach in Conservation," in "Saving the Now: Crossing Boundaries to Conserve Contemporary Works," ed. Austin Nevin, Joyce Townsend, Jo Atkinson, David Saunders, and Agnes Brokerhof, special issue, *Studies in Conservation* 61, sup. no. 2 (2016): 227–32, 227.

[21] Zoë Miller, "Practitioner (In) visibility in the Conservation of Contemporary Art," *Journal of the American Institute for Conservation* 60, nos. 2–3 (2021): 197–209, 204

[22] Miller, "Practitioner (In) visibility," 204.

[23] Muñoz Viñas, *On the Ethics*, x.

[24] Boris Groys, "Multiple Authorship," in *Art Power* (Cambridge: MIT Press, 2008), 93–100.

FUNDING DETAILS

This work was supported by national funding through the Portuguese National Funding Agency for Science, Research and Technology (FCT) under project grant UID/05488/2020, in the context of the postdoctoral project "ARTinBetween: Bridging the Gap for the Long-Term Sustainability of Multimedia Artworks in between Music and the Visual Arts," hosted by the Technology, Restoration, and Arts Enhancement Center (TECHN&ART), at the Polytechnic Institute of Tomar (IPT), in Portugal.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank my colleagues Célio Marques, Hermínia Sol, Ânia Chasqueira, and João Paulo Pedro for the friendly discussions that particularly contributed to the reflections presented in this paper. Special thanks go to Ricardo Triães, who has been coordinating the pioneering creative conservation approach developed at IPT since 2012. And, finally, I would like to thank the editor and the reviewer of this paper for the invaluable feedback.

Metodología para determinar el comportamiento de las tintas de bolígrafo expuestas a la radiación

LUIS ERICK MIRAVAL GÓMEZ / RAMÓN J. FREIRE SANTA CRUZ /
MARÍA DEL CARMEN PÉREZ GONZÁLEZ / RUTH MARÍA CHÉRCOLES ASENSIO /
MARTA PÉREZ ESTÉBANEZ

Para este estudio aplicamos la metodología utilizada en el Laboratorio de Materiales (LabMat) de la Facultad de Bellas Artes (UCM). A partir de esta estrategia adaptamos las necesidades de estudio al concebir las probetas acordes al proceso de tramado utilizado por los artistas que practican esta técnica.

Se elaboraron probetas de trama cruzada, y fueron estas probetas las que sirvieron para desarrollar la metodología aplicada al estudio de la perdurabilidad de la tinta con la medición de las diferentes fases del proceso de fotodegradación artificial. Se midieron con un fotocolorímetro dentro del espacio CIElab.

Las probetas que se estudiaron en esta ocasión responden a una primera etapa de estudio, en la que se realizaron planos de tono continuo y fueron expuestos a radiación UV por intervalos de tiempo. Con los resultados obtenidos podremos establecer un modelo de muestreo para continuar con el análisis de las tintas estudiadas.

INTRODUCCIÓN

Este estudio busca definir un modelo metodológico para monitorizar el proceso de fotodegradación de las tintas al bolígrafo aplicadas sobre papel. Para poder obtener resultados adecuados hemos prestado especial cuidado en el diseño de las probetas, estas deben reflejar las características del dibujo de trama en artistas contemporáneos y sus características deberán permitir la medición de la mancha realizada con esta técnica.

La primera dificultad para abordar el problema fue elegir el material de estudio, y que fuera representativo de la labor de los artistas que trabajan con él. Por la naturaleza del trazo con el bolígrafo, vimos que el soporte utilizado era principalmente papel de algodón de grano satinado o muy fino, puesto que el relieve irregular de un soporte diferente rompería la continuidad del trazo al rodar la punta. Otras precauciones que hemos tomado es la utilización de papeles de gramaje grueso, esta precaución es para evitar la deformación del papel por el aplastamiento de sus fibras. Esta deformación debe tenerse en cuenta por la naturaleza de la bola de la herramienta, que al ser presionada por la mano realiza un micro prensado de la superficie, llamado coloquialmente surco, en las peritaciones caligráficas. La magnitud de fuerza al empuñar el bolígrafo puede estar entre 0,3 N a 8 N[1], y del control de esta presión depende el acabado de una superficie homogénea o un buen degradado. Estas dos primeras características de los papeles utilizados responden a las necesidades para la correcta aplicación de la tinta. Sin embargo, las cualidades que más interés tienen para el estudio colorimétrico y para las pruebas de fotodegradación son las relativas al blanco estable y la denominación de libre de acidez. Estos dos aspectos serán puestos a prueba en la cámara de fotodegradación UV y, a partir de los resultados que se obtengan, sabremos el papel que proporciona mayor estabilidad a las tintas de los bolígrafos [F. 01].

La tinta que se estudiará es al aceite, compuesta por un 50 % de colorante y pigmento, y la otra mitad por el solvente en base a glicoles y alcohol bencílico[2]. Sin embargo, son muchos componentes más los que cada receta de tinta incorpora a sus utensilios. Al solvente, que llamaremos vehículo, podemos subdividirlo en aglutinantes de resinas y aceites; disolventes como 2-fenoxietanol, hexilenglicol, benzaldehído, fenol, alcohol de bencilo[3] o N-fenilo; y aditivos como antioxidantes, conservantes, suavizantes y oligoelementos[4].

Para este estudio, la tinta y el bolígrafo que se han utilizado corresponden a la marca y modelo más utilizado por los artistas contemporáneos: BIC con bala de diámetro medio 1,00 mm y tinta BIC Medium-Azul. Esta tinta es aplicada sobre los cuatro soportes y permitirá observar la reacción de esta respecto al blanco estable y la libre acidez que previsiblemente brindan estabilidad a la tinta, según las marcas del papel [F. 02].

Se eligieron cuatro papeles de uso artístico con las características ya descritas. En cada uno de ellos se aplicó un modelo de franjas densamente tramadas, aplicadas en franjas de 3,5 cm y 24 cm de longitud; en paralelo se dejaron espacios de papel sin tramar. Los papeles seleccionados fueron CABALLO® 109, ARCHES® Acuarela, CANSON® Bristol y FABRIANO® Studio Acuarela.

La trama se realizó con trazos rectos y cortos, plumeando las líneas yuxtaponiéndolas en paralelo sin apenas dejar espacio entre trazo y trazo. Lo importante en esta primera capa de tramado es realizarla a una velocidad constante y sin presionar la punta en el proceso. La segunda capa se superpone sobre la anterior. Cada capa de trama aumenta la oscuridad de la superficie obtenida, y debe cuidarse que no quede el blanco del papel entre línea y línea.

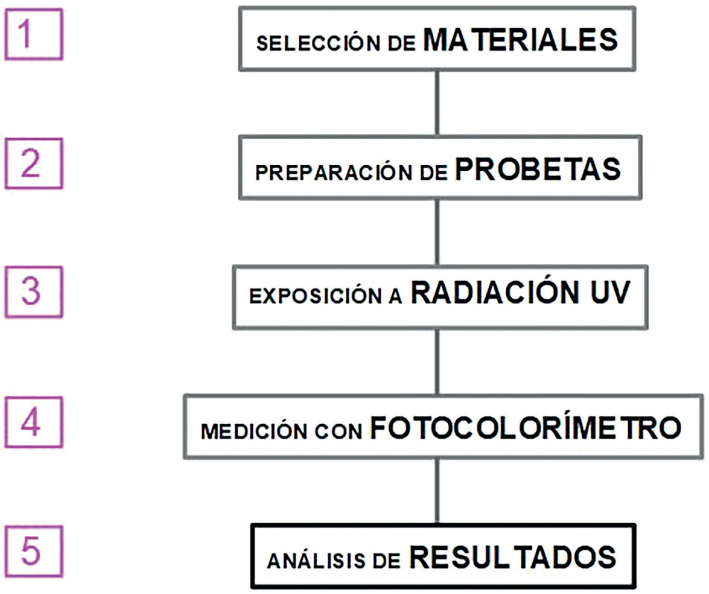
Una vez se realizaron las probetas se expusieron a radiación UV en una máquina de envejecimiento acelerado, en lapsos de tiempo de 6, 12, 24, 48 y 96 horas, entre el 17 y el 21 de mayo del 2021. Para

[1] Weyermann, C. *et al. Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvent analysis in casework.* 2011.

[2] Saviello, D. *et al. Espectroscopía Raman y dispersión Raman mejorada de superficie (SERS) para el análisis de tintas de escritura azules y negras. Identificación del contenido de tinte y procesos de degradación.* 2019.

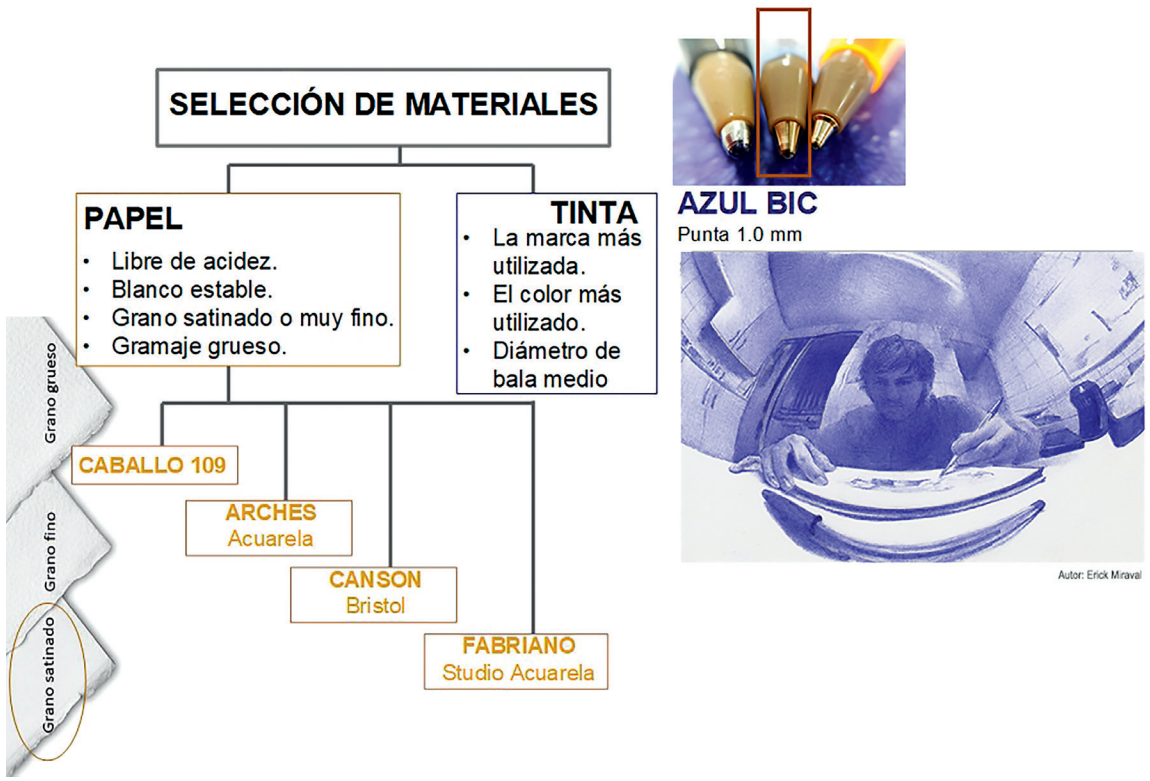
[3] San Román, I. *et al. DATINK pilot study: An effective methodology for ballpoint pen ink dating in questioned documents*. 2015.

[4] Nunko, M.I. *et al. Forensic Analysis of Black, Blue, Red, and Green Ballpoint Pen Inks.* 2016.



[F. 01]

[F. 01]
Metodología.



[F. 02]

[F. 02]
Selección de materiales.

mantener las cualidades de cada segmento de las probetas envejecidas se realizó un sistema de reservas y destape perpendicular a las franjas tramadas.

Se realizaron mediciones de las probetas así intervenidas con un espectrocolorímetro dentro del espacio CIElab. Finalmente, los datos obtenidos fueron procesados en una hoja de cálculo y se compararon los resultados.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El punto de partida fue un estudio realizado en 2016 por María Muñoz Gallardo en la 17ª Jornada de Conservación de Arte Contemporáneo, MNCARS[5]. En aquella ocasión se contó con la colaboración del artista Juan Francisco Casas, se analizó el proceso de fotodegradación de la tinta negra y azul estándar en las marcas BIC y PILOT, utilizando probetas propias de tinta directa y otras tramadas por el artista. Al medir con el fotocolorímetro las probetas tramadas se afirmaba que en las probetas proporcionadas por el artista no se pudo proceder a dicha medición, puesto que su aplicación (mediante líneas superpuestas) deja mucho margen de error a la hora de medir con el espectrofotómetro, haciéndose entonces únicamente un examen puramente visual[6] y no cromatográfico de estas probetas y, por tanto, vimos necesario realizar probetas específicas con trama en las que pudieran medirse las diferencias cromáticas de las pruebas para ver de qué forma afecta la radiación a las obras de arte realizadas con la tinta así aplicada.

Otros precedentes indirectos, pero útiles en cuando al estudio de los componentes y las propiedades de las tintas de bolígrafo, los encontramos en el ámbito de la criminalística, dentro de las Ciencias Forenses, en el campo de análisis del peritaje caligráfico a través de la grafoscopia y grafoquímica. En esta disciplina hay dos líneas de investigación que son de nuestro interés. Por un lado, la datación de las tintas a través de sus elementos volátiles, ya que estos elementos que forman parte del vehículo son imprescindibles para determinar la antigüedad de un manuscrito en una investigación forense. Para conseguir este propósito deben conocerse las cualidades de las tintas y medir estos compuestos y su presencia en el soporte a lo largo del tiempo. La permanencia de componentes como el 2-fenoxietanol (PE) sobre el soporte es el referente habitual que permite medir la antigüedad del material de estudio. Las tintas tienden a solidificarse, pues la parte volátil del vehículo se va perdiendo con el tiempo. Estudios posteriores sobre esta propiedad del vehículo corroboran y utilizan el tiempo en el que decrementan los componentes volátiles para establecer la antigüedad de una muestra; es el caso de Ezquerra *et al.* (2003) y de Weyermann (2005), siendo solo algunos de los investigadores que han tratado el tema.

Una segunda vía de estudio es el análisis comparativo de diferentes sistemas de caracterización de componentes de la tinta, como es el caso de Irina Geiman *et al.* (2009), que trabajó con espectroscopia Raman y dispersión Raman mejorada en superficie (SERS); o el trabajo de San Román *et al.* (2015), que estudió la microextracción en fase sólida en espacio de cabeza múltiple (MHS-MEFS) para la optimización de la toma de muestras.

En otra línea de estudio se analiza la fotodegradación de la parte colorante de una tinta a través de diferentes procedimientos, es el caso de Anna Cesaratto *et al.* (2016), en el que se hace un seguimiento de la degradación por exposición a la luz del colorante triarilmetano a través de espectroscopia Raman mejorada en superficie. En el trabajo de Daniela Saviello *et al.* (2019) se analizan tintas azules y negras con Espectroscopía Raman y dispersión Raman mejorada de superficie (SERS). Este estudio, además, toma en cuenta la perdurabilidad de la tinta, tanto en escritos como en obras de arte,

[5] Muñoz Gallardo, María. *Estudio y comparativa relativas al envejecimiento de tintas de bolígrafo sobre papel. Basado en las obras de artistas como Juan Francisco Casas.* 2016.

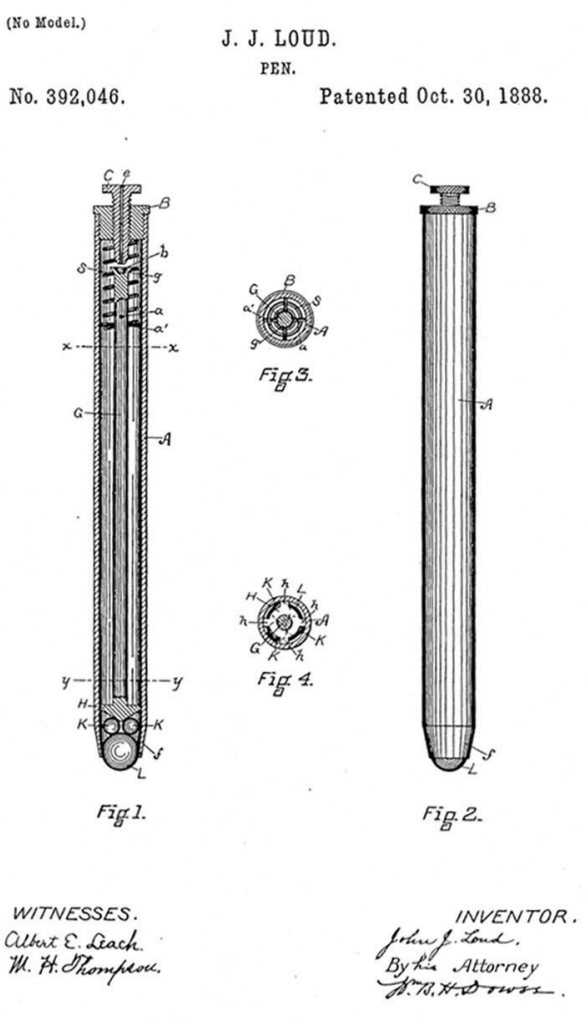
[6] *Ibid.* Pág. 123.

y, después de analizar marcas como BIC, Staedtler y Pilot tras tres ciclos de envejecimiento, se vio que la marca BIC se oscurecía, y Staedtler decoloraba casi por completo, mientras que la marca Pilot es la que mejor resistió a la fotodegradación.

Gorshkova *et al.* (2016), en su estudio sobre los procesos de envejecimiento por degradación de los colorantes en instrumentos de escritura, ha descrito tres procesos de fotodegradación. El primer proceso de N-desmetilación, en el que el grupo metil de un colorante es intercambiado por un hidrógeno; la excitación de los átomos de oxígeno, que es el enlace central C-fenil, crea el llamado oxígeno singlete. A este elemento degradado se le llama fotólisis del triarilmetano, y al proceso se lo conoce como fotooxidación. El tercer proceso descrito es el de la fotorreducción, en el que un catión excitado del colorante deriva en un leuco de forma incolora al agregar un electrón y por la hidrogenación fotoquímica del colorante.

Las investigaciones que hemos nombrado son algunos ejemplos que muestran un campo amplio y fructífero desde donde podemos sustentar las características cualitativas de la tinta, siendo nuestro precedente directo la metodología diseñada en el LabMat de la Facultad de Bellas Artes de la UCM[7]. Adoptando este sistema de análisis lo aplicamos al objeto de estudio con las adaptaciones metodológicas necesarias.

[7]
San Andrés, M. *et al.* *Envejecimiento con radiación UV de un cartón pluma neutro. Estudio de su evolución cromática y composición.* 2010.



[F. 03]
Patente N.º 392046 del 30 de octubre de 1888. Estados Unidos.

Inventado en 1930 por el húngaro Laszló Bíró. Inspirado en herramientas de escritura como las plumas o las plumas fuente, por las que vemos la presencia de la caña o empuñadura y por la patente del curtidor norteamericano John J. Loud, de 1888 [F. 03].

Varios autores cuentan que Bíró observó a unos niños jugando con unas canicas y, tras rodar por un charco, dejaban una estela uniforme humedecida sobre el suelo[8], otros autores se refieren a la anécdota describiendo a la esfera como una pelota. Esta segunda teoría ayuda a comprender de forma muy poética la naturaleza de la tinta respecto a la bola en una ambigua leyenda.

Al acabar la Gran Guerra, nuestro inventor se dedicó al periodismo. Su hija, Mariana Biro, relata así:

> "Observando cómo la revista (donde trabajaba de periodista su padre) se imprimía, decidió que ese rodillo, que era capaz de tirar tinta sin manchar, debía reducirse para uso manual: una pequeña esfera en un tubo capilar, con una tinta especial que fluyera por la fuerza de gravedad y se secara instantáneamente en el papel"[9].

Fueron años en los que se popularizó el uso de las impresoras rotativas, que consistían en rodillos que trasladaban el papel a imprimir hasta el rodillo de impresión previamente entintado con esa mezcla grasa, propia de estos sistemas de impresión.

Para poder efectuar esta impresión es necesario un cilindro de contrapresión que ayude a fijar la tinta a la superficie del papel. En el bolígrafo, también llamado esferográfico a partir de la segunda patente argentina de 1940, es la mano la que regula la presión del artefacto sobre el papel, llevando en su punta la bala esférica con la cantidad de tinta necesaria para ser impresa en una línea de un ancho constante en todo el proceso de escritura. La regulación de cuánta tinta debe salir es gestionada por el borde interno de la punta, que hará de rasero al girar la esfera ajustada en la embocadura. En la impresión flexográfica realizará esta labor el Doctor Blade, que limita la salida de tinta permitiendo la aplicación adecuada de una capa uniforme en la superficie del soporte estampado [F. 04].

Al escribir, la mano ejerce presión sobre la punta del mecanismo, necesitando resistencia del soporte para permitir el rodamiento de la bola. En la flexografía, tendremos un cilindro de contrapresión que realiza esta función. En el bolígrafo, es el rodamiento de la esfera entintada la que desplace el punto de escritura en la superficie. Y en la estampación de una imprenta es el papel el que se desplaza bajo el rodillo.

La punta

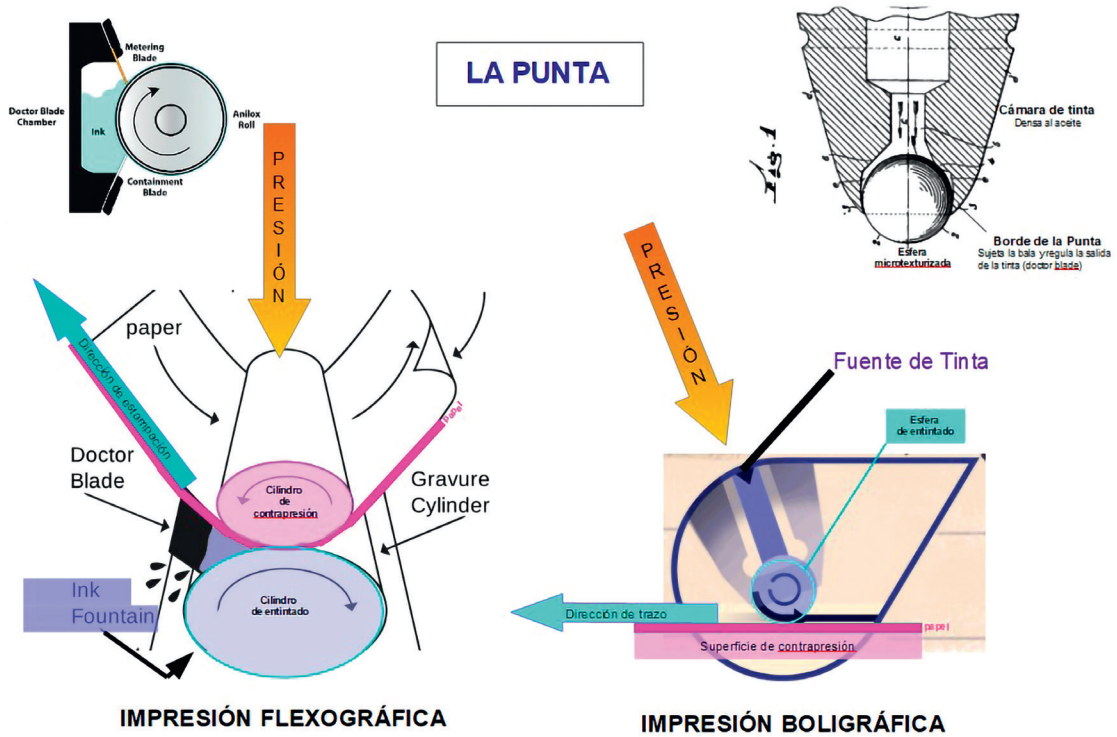
La bola o bala suele ser fabricada en acero inoxidable y de carburo de tungsteno texturizado, ambos materiales muy resistentes. De la esfera engarzada en la punta depende el grosor de la línea. Suelen presentarse tres tamaños de esferas: *large*, *medium* y *fine*; evidenciándose esta diferencia en los bolígrafos BIC, cuyas esferas más comunes son de cinco diámetros: dos del tipo *fine* de 0,7 mm y 0,8 mm; otras dos *medium* de 1,0 mm y 1,2 mm; y una *large* de 1,6 mm. Al escribir, la línea es más estrecha que este diámetro, pues el llamado punto es la superficie de esta esfera que se apoya sobre el soporte[10].

El principal problema que afecta a las puntas son los golpes secos en superficies duras, pues desajustan la esfera en la cavidad donde se encuentra; es la tapa a presión o a rosca lo que soluciona este problema o en otros casos el sistema retráctil con botón. Aunque ambos sistemas, de tapa y retráctil, protegen de posibles golpes de la punta, solo el sistema de tapa (sin agujero, a presión o rosca) protege la tinta de secarse.

[8] Balmaceda, Daniel. *Historia de las palabras*. Penguin Random House Grupo Editorial Argentina. 2014.

[9] Historia National Geographic. Ladislao José Biro, el inventor del "boli". Https://historia.nationalgeographic.com.es/a/ladislao-jose-biro-inventor-boli_15616 [Última consulta 15-07-2022].

[10] El punto de 0,7 y 0,8 mm igual a 0,3 mm; de 1,0 mm igual a 0,35 mm; de 1,2 mm igual a 0,4 mm y de 1,6 mm igual a 0,6 mm.



[F. 04]
La punta. Podemos observar la similitud en la función del rodillo de contrapresión y el soporte apoyado sobre una superficie rígida que podemos llamar de contrapresión.

Para comprender plenamente el funcionamiento de esta herramienta hay que distinguir las partes que lo conforman, siendo los elementos primarios los que estructuran la parte funcional básica del mecanismo. Es el cuerpo, cáñamo, barril o caña el que contiene la carga o cartucho, y sujeta la punta o portabala, normalmente hecha de latón. La carga contendrá la tinta y se ensamblará a la punta hueca que sujeta la bala, suele ser de polipropileno, y en gamas altas son de metal.

Los elementos secundarios ayudan al funcionamiento básico del bolígrafo, el conector está entre la carga y la punta, y el tapón o botón sellan la atmósfera interna de la caña, y si es necesario tendrá un pequeño orificio para intercambiar la salida de la tinta con el aire exterior.

Finalmente tenemos elementos complementarios, como el clip para evitar pérdidas; el pulsador o botón para hacer la punta retráctil; el *grip* para una mejor sujeción; y el tapón, que originalmente tenía la función de evitar el secado de la tinta residual entre la esfera y el borde de la cavidad de la punta, además de proteger la esfera de posibles caídas accidentales, como ya vimos. BIC acertó en incorporar un orificio al extremo de este elemento para evitar problemas de ahogamiento por la ingestión accidental, aunque perdió estanqueidad.

La tinta

Es el elemento más importante para nuestro estudio, y por ello es conveniente enumerar las características cualitativas más importantes, como el color, la fluidez, la transparencia u opacidad, el cuerpo, la densidad, el brillo, el tiro o la resistencia física y química; cuestiones básicas para comprender su comportamiento. Sin embargo, será sobre todo la viscosidad y el secado, las características claves que dieron origen a la tinta adecuada para el bolígrafo. La primera tinta tenía la viscosidad de la tinta derivada de la impresión por rotoscopia, y daba problemas de obstrucción. La tinta llegaba por capilaridad y gravedad.

Tenemos diversos tipos de tintas clasificadas clásicamente como evolutivas y no evolutivas, aunque esta última categoría responde a la incapacidad para datar una tinta según los conocimientos técnicos que se tienen. Las tintas más antiguas son las carbonosas (3000 a. C), como la tinta china o de india; o las ferrogalotánicas, fabricadas a partir de nuez de agallas y sales de hierro; tinta al campeche de origen vegetal; tintas a la anilinas o colorantes sintéticos; la tinta tipográfica usada en la impresión de prensa escrita; o la tinta de rotograbado, que usa colorantes y negro humo en un soporte de sebo, cera, goma laca y jabón fundido. La tinta que nos interesa es la usada en bolígrafos, dividiéndose en tintas al agua o gel, y tintas al óleo o al aceite. Este último tipo es el objeto de nuestro estudio [F. 05].

La tinta al aceite fue creada con unas características particulares de secado, pues debe mantenerse fluida dentro del cartucho y con la densidad y viscosidad adecuada para deslizarse por dentro hasta la punta, saliendo por los laterales de la bola sin secarse. Es al entrar en contacto con la superficie del papel que pierde el 50 % de sus compuestos volátiles y parte de la tinta es absorbida por el soporte. La oxidación y/o polimerización de las resinas y aceites es la última etapa de secado. La tinta de los bolígrafos, antes de 1950, secaban muy rápidamente al posarse sobre el papel y estaban compuestas de una base oleosa como aceite de linaza o aceite mineral, ácido recinoleico, metil y etil, ésteres de ácido ricinoleico, monoricinoleato de glicerina, ácidos grasos de coco, derivados de sorbitol y plastificantes como el tricresilfosfato. Se usaban colorantes como la negrosina para las tintas negras, y perdían el brillo y cromatismo. Para dar permanencia al negro se utilizaban azul victoria, violeta de metilo, el rojo de rodamina, la usamina y el verde victoria; en ocasiones, además, carbón y grafito[11]. Fue el químico Fran Seec quien desarrolló ese año un nuevo tipo de tinta en base a glicoles, que comenzaron a comercializarse por la marca Paper Mate.

La composición general de la tinta al aceite tendrá un 50 % de colorante (Saviello *et al.*, 2019), compuesta de tintes y pigmentos. En los bolígrafos es común encontrar tintes compuestos del grupo triarilmetano, como fucsina básica (BF), violeta de metilo (MV) o violeta cristal (CV)[12]; y en los bolígrafos azules, pigmentos como el Azul de Ftalocianina o Dioxazine Violet (PV23).

La tinta tendrá un vehículo o soporte, compuesta de una parte aglutinante en base a aceites; y otra de resinas, como fenol-acetona-formaldehido. Además de los aglutinantes, tenemos los disolventes, siendo el más ampliamente estudiado el fenoxietanol (PE), que, junto al alcohol bencílico, etilenglicol y el polietilenglicol[13], han servido para datar la edad de un documento escrito o dibujado; y otra parte de aditivos, como antioxidantes, conservantes u oligoelementos (Nunkoo *et al.*, 2017). Hay que tener en cuenta que el diámetro de la punta, la presión y la velocidad del trazo condicionan la cantidad de elementos volátiles depositados en la superficie del papel[14]. Se pierde hasta el 90 % de solventes volátiles al aplicar la tinta, evaporándose en modo rápido en los primeros noventa días, después de ello se da el llamado modo lento, hasta que estos componentes se estabilizan entre uno y dos años[15] [F. 06].

El deterioro de las tintas responde a varios factores externos e internos, en muchos casos actuando a la vez. Entre los factores externos hay que tener en cuenta la temperatura, la humedad, la evaporación, el contacto con corrosivos, el contacto con el soporte que debe estar libre de acidez y, principalmente, la luz, por la exposición a la radiación UV, que será el principal factor de envejecimiento de nuestras tintas. Tenemos a su vez factores internos de la tinta, estos serán su solubilidad, la polimerización y oxidación (Vallejos, 2014). Dependerá de la receta específica de la tinta, de las relaciones entre los aglutinantes y la fuente de los componentes (Centeno, 2015). El fenoxietanol es liberado al aumentar la temperatura sobre la tinta. Cuanto más tiempo pasa debe aplicarse más temperatura para liberar este compuesto volátil, según indica Navarro (2017).

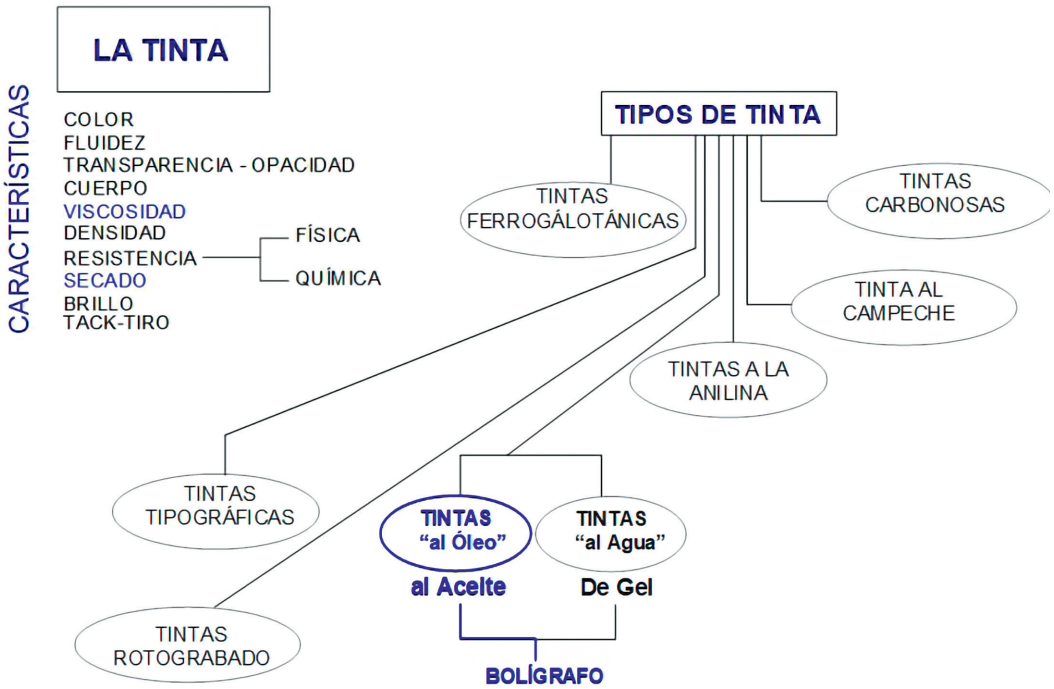
[11] Díaz-Santana *et al. Métodos modernos para la datación de las tintas en documentos. Limitaciones y propuestas.* 2018.

[12] Cesaratto *et al. Tracking photo-degradation of triarylmethane dyes with surface-enhanced Raman spectroscopy.* 2016.

[13] Bartolomé. *Avances en la metodología de datación de documentos. El método DATINK.* 2019.

[14] Weyermann *et al., óp. cit.*

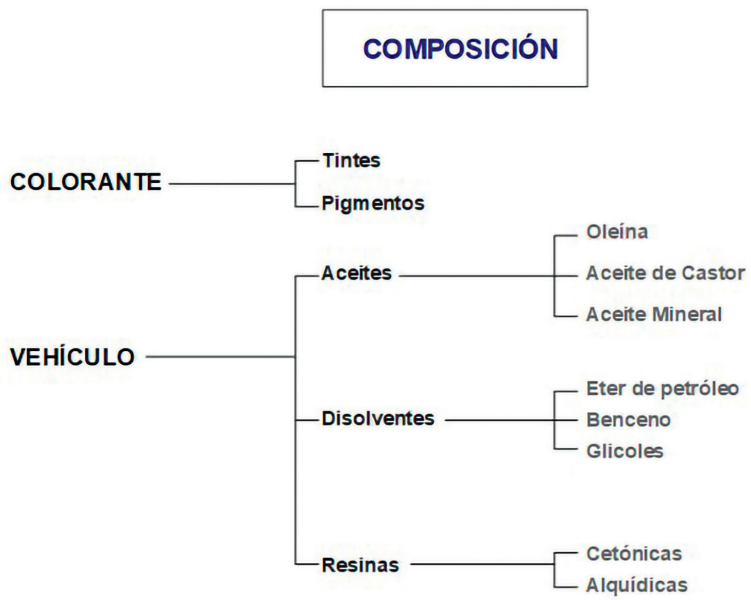
[15] Díaz-Santana *et al., óp. cit.*



[F. 05]

[F. 05]
Características y tipos de tinta.

[F. 06]
Esquema de los componentes generales de las tintas al aceite utilizadas para bolígrafo.



[F. 06]

Los factores de conservación de un dibujo realizado con este material deben ser equiparables al enfoque dinámico absoluto de la grafoquímica, que considera importante las propiedades físicas y químicas del soporte, como la composición, el encolado y el entramado del papel; así como las condiciones de almacenamiento o ambientales que siendo los mismos que los factores externos señalados por Vallejos (2014), además tendrán en cuenta los materiales aledaños que pudieran influir en la muestra, según especifica Centeno (2015).

El secado de la tinta (Weyermann *et al*., 2011) pasa por diferentes estados, en los que los elementos volátiles se van evaporando. Este proceso endurece y polimeriza las resinas, y se da de tres formas: en la capa superficial de la tinta aplicada, en las superficies cercanas y en las zonas adyacentes del trazo. Además de evaporarse la tinta, tendremos el proceso de difusión, absorción y adsorción del papel. La pérdida de estos compuestos endurece y polimeriza las resinas, disminuyen la solubilidad de la tinta, y lleva el nombre de secado típico.

El desvanecimiento del color se da por el, antes descrito, secado típico, pero sobre todo por las reacciones fotoquímicas al absorber la radiación UV. A este proceso lo llamaremos fotodegradación; al ser absorbido un fotón por una molécula orgánica se excitan los electrones. En los compuestos solventes de la tinta al aceite puede darse una N-desmetilación, en donde los grupos metilo son reemplazados por un hidrógeno y se da una protonación de un átomo de N. Es el caso del tinte Crystal Violet (CV: N-hexametil pararosanilina) estudiado por Cesaratto *et al*. (2016).

Otro proceso de desvanecimiento se da por fotooxidación, en donde se separa del enlace central C-metil al excitarse un átomo de oxígeno, también llamado oxígeno singlete. En CV se desdoblaría el enlace de C-fenilo y se producen benzofenona y fenoles como resultado de la degradación. Por último, tenemos el proceso de fotoreducción, en el que un catión excitado incorpora un electrón y se transforma en un leuco de forma incolora [F. 07].

Saviello *et al*. (2019) utilizó SERS para identificar los procesos de degradación, y observó que las tintas variaron de oscurecimiento a decoloración o a leve decoloración. También realizó un proceso de ochenta y ocho días con tres ciclos de envejecimiento termo-higrométrico y foto-oxidante. Una primera fase en cámara de humedad a una temperatura de 25,5 ºC y humedad al 80 %, una segunda fase en un horno a una temperatura de 80 ºC. y una última fase exponiendo a las tintas a luz UV. Las tintas utilizadas fueron BIC, Staedtler y Pilot; oscureciéndose la primera, decolorándose por completo la segunda y manteniendo el color la tercera. De lo que podemos confirmar la importancia de las diferentes recetas de tinta de cada marca que son inaccesibles cualitativa y cuantitativamente, según informaba Vallejo (2014).

[F. 07]
Factores de deterioro de las tintas.



CONTEXTO HISTÓRICO

Los estudios que proliferan son los referidos a la evolución de la herramienta y cómo esta responde a necesidades sociales específicas. Un buen ejemplo de esta perspectiva sobre la herramienta lo da la doctora María Gutiérrez Guerrero en el año 2008, que realizó un estudio desde el ámbito de la comunicación, exponiendo en *La Historia del bolígrafo una línea de tiempo* cómo llegamos a desarrollar esta herramienta. Podemos encontrar varios artículos bastante exhaustivos como el publicado en 2012 por Colin Schultz en el *Smithsonian Magazine*[16], o por Lily Rothman en el 2015 en el *Time*[17], o por parte de Stephen Dowling en la BBC, en el 2020[18].

La primera patente de 1888 fue la de John Loud[19] (Weymouth, Massachusetts), que no era un instrumento de escritura:

> "Mi invención consiste en un depósito de tinta mejorado, especialmente útil entre otros propósitos, para marcar superficies ásperas –madera, papel rugoso y otros artículos– que una pluma no lo puede hacer" Tenía una bola principal y otras dos más pequeñas llamadas antifricción".

Este modelo tuvo varios intentos de comercialización hasta el año 1935, que lo intentaron los checoslovacos Paul V. Eisner y Wenzel Klimes.

En 1930 crean el primer prototipo del bolígrafo moderno. László József Bíró y su hermano György Bíró modificaron la tinta de las rotoscopias y crearon el engarce de la bola de acero para transmitir la tinta desde el cartucho. El prototipo se presenta en 1931 en la Feria Internacional de Budapest, y en 1938 se patenta en Hungría, Suiza y Gran Bretaña con una pequeña bola en acero inoxidable según la tecnología de los relojeros suizos. En 1939 se patenta en Francia, y, al año siguiente, Làszlò Bìrò, György Bìrò y Johann Georg Meyne huyen a Argentina. Ese año se realiza la primera patente argentina, y la llamaron "esferográfica", popularmente los usuarios la llamaron "biro". En 1941 fundan Biro® Pens con apenas cuarenta operarios, en un garaje. El 10 de junio de 1943 se realizó la segunda patente, en donde se describía que era "un instrumento para escribir a punta esférica loca", lo llamaron Eterpen.

En la Segunda Guerra Mundial consiguieron un contrato a través de Henry Martin con la Fuerza Aérea Real (RAF), mostrando su utilidad en atmósferas de poca presión y su fácil manejo en situaciones de máxima efectividad, lo comercializaron como Biro. En 1944, Sheaffer® comenzó a fabricar bolígrafos para el Departamento de Guerra de Estados Unidos, y Biro® cede los derechos de su esferográfica a las compañías Eversharp® y Everhard Faber® por dos millones de dólares. Se comercializó como Birome. La patente en EEUU se dio el 11 de diciembre de 1945 con el N.º 2390636.

Milton Reynolds llega tarde a la compra de la patente de Biro y contrata a unos ingenieros para crear un nuevo diseño que funcione solo por gravedad, a diferencia del Birome que necesitaba también de la capilaridad. Surge la llamada guerra de los bolígrafos. De esta contienda entre Reynolds® International Pen Company y Eversharp® salió la compañía Fisher®, escindida de Reynolds® y Parker®, fundada por Eversharp®. En 1946, el empresario español Amadeo Árboles, dueño en Barcelona de la Estilográfica Nacional®, registró el nombre de bolígrafo, posteriormente aceptado en la RAE. La empresa cambió de nombre a Arpen® y más tarde a Molin®.

En 1947, Bíró crea una segunda patente argentina, mientras que, en la Francia de 1948, Marcel Bich y Edouard Buffard comienzan a fabricar en Clichy, los primeros bolígrafos de plástico. En 1950, Marcel Bich compra la segunda patente del bolígrafo de Bíró y funda la Compañío BIC®. En 1953 comienza la comercialización de los bolígrafos BIC®, con bola de carburo de tungsteno, según una patente sueca, y que Parker® Pens ya utilizaba en su modelo The Jotter. En 1958, BIC®

[16] Schultz, C. *The Story of László Bíró, the Man Who Invented the Ballpoint Pen*. Smithsonian magazine. August 22, 2012.

[17] Rothman, L. *Why the Invention of the Ballpoint Pen Was Such a Big Deal*. Time. Octubre 29, 2015.

[18] Dowling, S., *The cheap pen that changed writing forever*. BBC. Octubre 29, 2020.

[19] Patente N.º 392046 del 30 de octubre de 1888 en Estados Unidos.

compra Waterman® y entra al mercado de Estados Unidos. László Bíró, nacionalizado argentino con el nombre de Ladislao José Biro, muere en Buenos Aires en 1985.

CONTEXTO ARTÍSTICO

En las últimas décadas han proliferado las publicaciones que muestran el interés de los artistas y el público sobre esta herramienta. Existen diversos libros de divulgación que ejemplifican trabajos de artistas que utilizan este medio como su principal herramienta de creación. Su uso se ha popularizado por artistas de gran destreza técnica con ganas de experimentar con un medio preciso, este imprime un rastro de tinta de textura aterciopelada en la superficie del papel. Este material recuerda al trabajo más sutil con lápiz de grafito, aunque con una frescura y contemporaneidad difícil de igualar. Autores como Matt Rota (2015) o Trent Morse (2016) han evidenciado esta tendencia entre los artistas. La publicación más reciente es del año 2020, una publicación de Gingko Press titulada *Ballpoint Art: Complexity from Simplicity*.

TENDENCIAS ESTÉTICAS

Observando la obra de varios artistas actuales podemos ver que existen cinco tendencias:

- Una figuración fotorrealista influenciada por la moda y el diseño gráfico. Los encuadres son deudoras de las redes sociales y confrontan al espectador. Artistas como Juan Francisco Casas o James Mylne son sus mejores representantes.
- Figuración realista, documental en muchos casos, siempre con un dibujo del natural con apoyo del cuaderno de campo. En esta línea y en la anterior se usa preferentemente la trama cruzada. Sara Madrid o Nicolás V. Sánchez son exponentes de esta tendencia.
- Figuración onírica y conceptual. Los motivos figurativos se superponen o yuxtaponen creando una sensación de extrañeza, o una atmósfera distante con lo reconocible. Artistas como Rebecca E. Chamberlain, Toyin Ojih Odutola, Gamaliel Rodríguez, Claudio Ethos son algunos de sus representantes.
- Experimentación perceptiva, a medio camino entre la figuración y la abstracción, donde los motivos tienden a construir nuevas estructuras. Aquí podemos encontrar a Lori Ellison, Thomas Müller o Wai Pong-Yu.
- Abstracción lírica. Aquí el material es el protagonista, desde una trama aleatoria hasta la aplicación de la tinta con pinceles y disolventes sobre el soporte. Aquí encontramos a Shane McAdams, a Il Lee o a Ignacio Uriarte.

EXPERIENCIA PERSONAL Y TESTADO DE MATERIALES

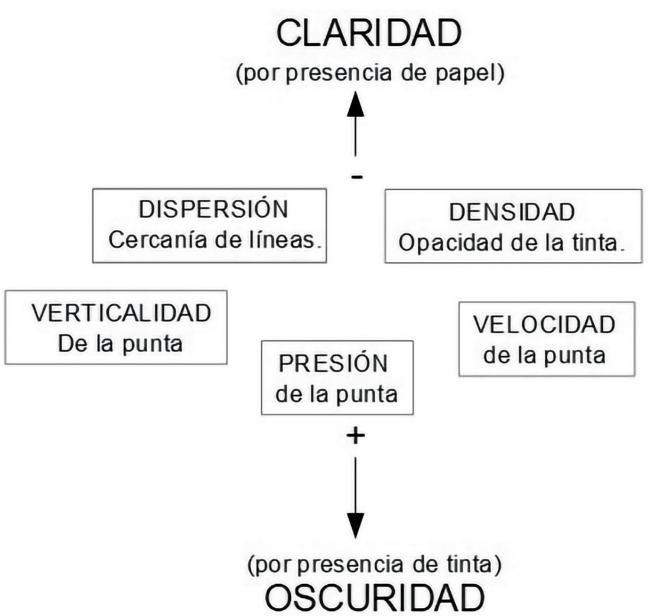
Optimización del proceso artístico

La trama cruzada, o *cross hatching*, es una técnica de dibujo clásico. Fue a través del grabado en hueco calcográfico, con artistas clásicos como Goltzius, en el siglo XVI; o Rubens y Rembrandt, en el XVII; así como Doré, en el XIX, cuando se desarrolló el trabajo de trama con especial destreza, dada la economía de trazos que debían efectuarse para conseguir el equilibrio entre la zona dibujada y el

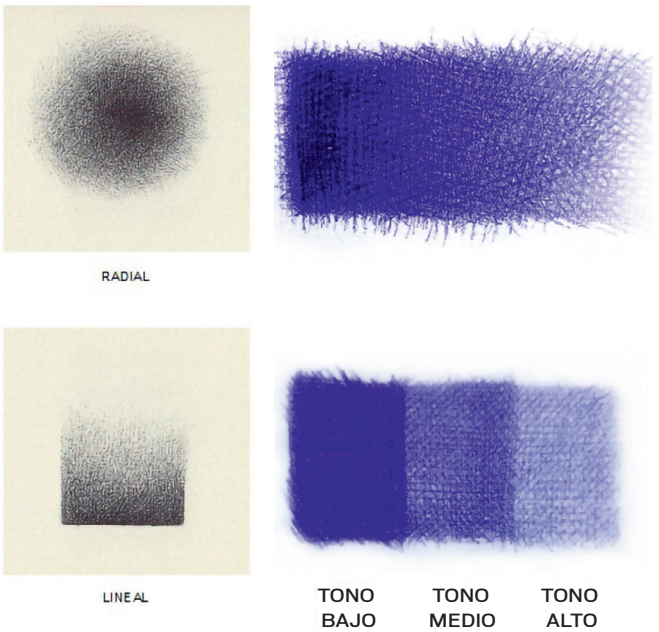
blanco del papel. Había que tener cuidado con la dirección del trazo y tener en cuenta el grosor y la cercanía de las líneas para el modelado de las formas. Actualmente es usado con técnicas secas, como la punta de plata, lápices de grafito o carbón, con sepia y sanguina o con lápices de colores y de pastel, con una sutil degradación en la intensidad del trazo, así como el cambio de grosor e irregular fijación del pigmento en la textura del papel.

Inicialmente en bocetos y dibujos de campo desde el Renacimiento, con pluma de ganzo y caña con cálamo. Posteriormente, el trazo fue volviéndose más uniforme y preciso, con plumillas y estilográficas, aunque pueden verse los problemas que dieron origen a la búsqueda de una herramienta más eficiente. Finalmente, tenemos el bolígrafo, que surge para solventar el problema de salpicaduras y de conseguir líneas continuas sin la necesidad de recargar. Respecto a la trama, esta herramienta y el tipo de tinta densa consiguen un trazo degradado y de textura parecida al grafito en algunos casos, y en otros se obtiene la precisión de un rotulador fino. Entre las necesidades de la escritura era deseable la homogeneidad de la línea, con un grosor y opacidad constante de inicio a fin. Estas características del trazo se encuentran en los rotuladores y en la tinta de gel (al agua) en un bolígrafo. Es esta necesidad de la escritura que nos hace plantearnos el interés por los tonos medios obtenidos con la variante del bolígrafo que utiliza la tinta al aceite, que consigue en el dibujo la estructura del modelado a trama y la sutileza de la entonación de la línea.

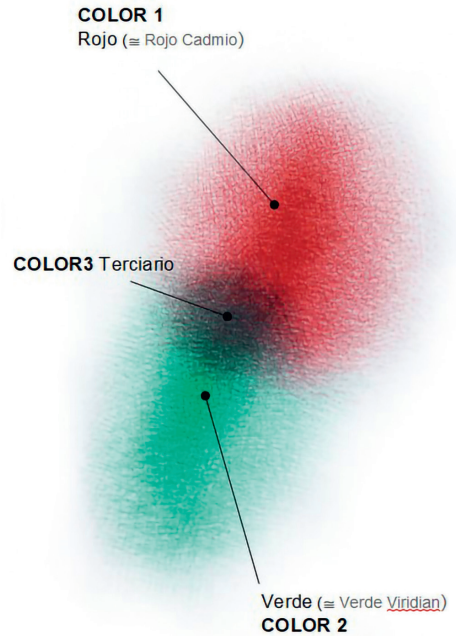
La técnica de trama podemos describirla de manera muy básica como la yuxtaposición de líneas paralelas hasta crear un plano tonal. Para el tipo de dibujo realizado habitualmente con bolígrafo debemos comprender la trama cruzada o *cross hatching*, esta se efectuará superponiendo como mínimo dos capas de trama paralela, consiguiendo un tono continuo de mayor o menor intensidad. Esta intensidad del color y tono se traduce en oscuridad y saturación, y responderá a cinco características de la trama: la dispersión de las líneas, la densidad u opacidad de la tinta, la presión, la verticalidad de la punta y la velocidad del trazo [F. 08].



[F. 08]
Variables que condicionan el tipo de línea para dibujar con trama y poder crear superficies de color claras u oscuras.



[F. 09]



[F. 10]

[F. 09]
La importancia de la construcción de la escala tonal en base a tres tonos básicos y la dirección del degradado.

[F. 10]
Mezcla óptica con trama de colores. La mezcla se produce por yuxtaposición y superposición de tintas semitransparentes.

Degradado o transición

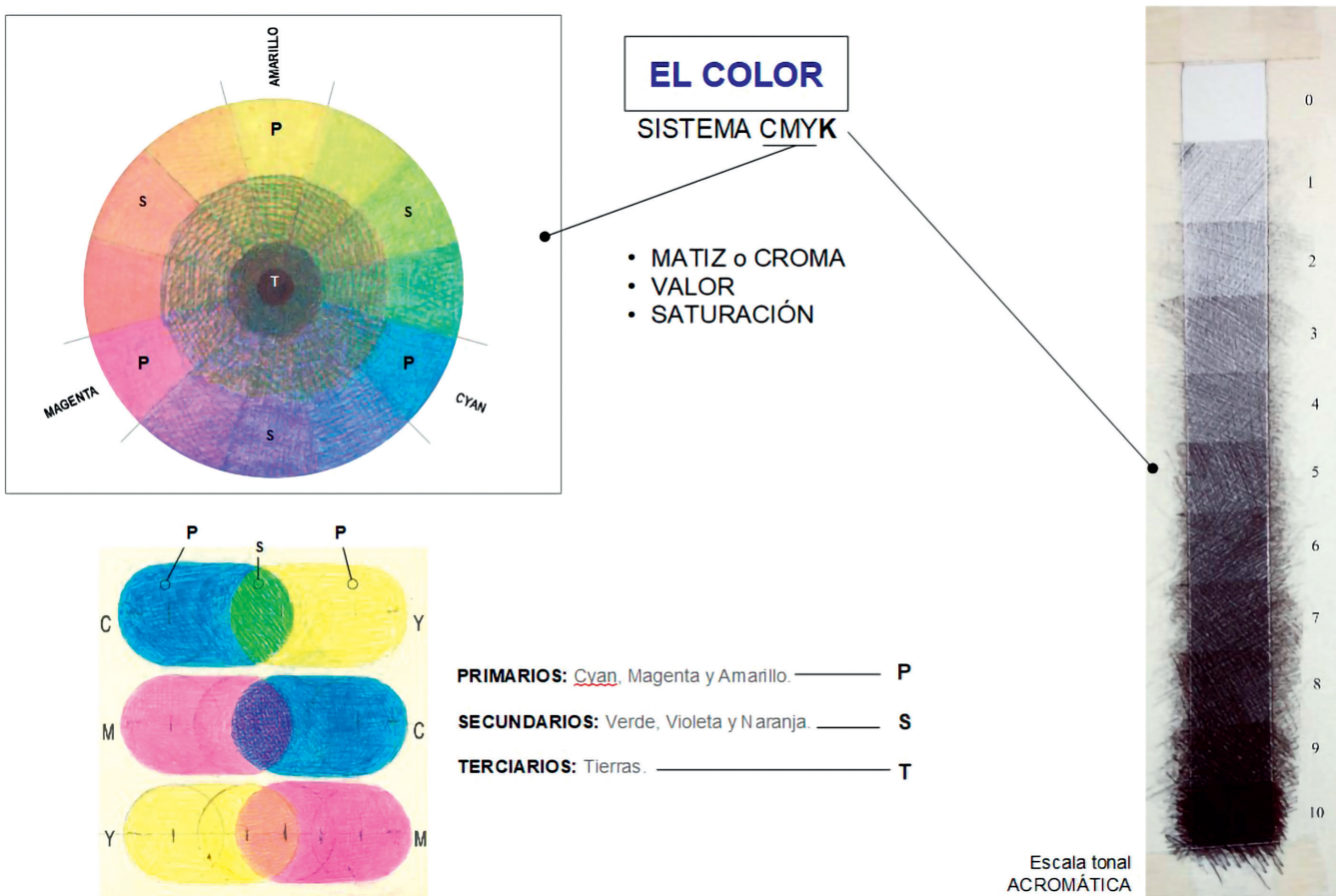
El degradado se aplica cuando una escala tonal deriva de un color al blanco u otro color, y es el principio fundamental del volumen. La transición es la sutileza del paso de un color a otro. Existe un degradado lineal y radial, y podremos conseguir tonos bajos, medios y altos, dependiendo de la densidad de la trama y la transparencia de la tinta. A mayor presión, más opaca será la tinta trazada. Al tramar debemos tener siempre con nosotros un trozo de tela de algodón o similar para limpiar la punta y así evitar los no deseados restos de la tinta acumulada entre la bola y el borde de la punta. Esta acumulación es normal, pues, con el trazo insistente del dibujo, el portabala se calienta por el roce de la esfera y se dilata levemente, dejando salir la tinta en exceso. También conviene apoyar la mano en un folio sobre el soporte de trabajo, para evitar acidificar la superficie final al dibujar [F. 09].

La trama y el color

La mezcla cromática se realiza por este procedimiento, mezclando varias escalas tonales que se interceptan. Cada escala tonal se superpone a la escala contigua, creando un tercer color. En el color tendremos en cuenta la mezcla sustractiva CMY (cyan, magenta, yellow) e incorporaremos a esta relación de colores la escala tonal acromática. De esta manera podremos variar, no solo el matiz, sino también el valor y la saturación de las mezclas de color [F. 10].

El ángulo de la trama cruzada

Será un factor determinante para neutralizar la dirección de las líneas y crear superficies de color, siendo los ángulos entre 15º y 30º los más adecuados. Si la distancia entre los trazos es igual al grosor del propio trazo en dos capas de diferentes direcciones se producirá el patrón de muaré. Conviene trazar tres capas en diferentes direcciones para neutralizar la dirección de cualquiera de las tramas paralelas previas y así crear el tono continuo.



CMYK aplicado al dibujo de trama

La cuatricromía de colores primarios CMYK es importante para conseguir la riqueza de matices de nuestro círculo cromático. En muchos casos, la cuatricromía ofrecida por el mercado no respondía a este criterio, sino a las necesidades de la escritura cuando se facilitaban colores negro, rojo, verde y azul. En los últimos años, BIC está ofreciendo una variedad de presentaciones cuatricromáticas que facilitan el trabajo del dibujante, así como packs de gran policromía. Esta riqueza en la oferta carece de las puntas medias o finas que requiere el trabajo de los dibujantes, así como las garantías de estabilidad cromática a la fotoexposición.

Cristal multicolor tiene una presentación de quince colores y, dentro de ellos, hay colores que a primera vista son similares al sistema CMYK de impresión [F. 11].

[F. 11]
Para conseguir una gama cromática amplia, solo necesitamos adoptar una cuatricromía básica: cyan, magenta, amarillo y negro. El blanco del papel condiciona la luminosidad de las gamas más luminosas.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE SOPORTE Y TINTA

La colorimetría

El sistema CIELAB es un método de expresión del color que utiliza una notación de estímulos en donde L* expresa la luminosidad, y las coordenadas a* y b* los colores, siendo las medidas positivas en a* las que nos acercan al rojo, y las negativas al verde. Las medidas negativas en b* se refieren a colores azules, y las positivas al amarillo.

Este espacio triestímulo es el marco desde donde trabajamos, midiendo con el espectrómetro Kónika Minolta CM 2600d, y a continuación trasladando estas medidas a una hoja de cálculo, en donde analizamos los resultados [F. 12].

Cámara de envejecimiento

Fabricada bajo la norma UNE 53-104-86 con un carrusel de cuatro tubos fluorescentes para exponer los materiales a radiación UV inducida en una distribución espectral de energía dentro del intervalo 260 nm – 390 nm que abarca la totalidad de los UV-B y casi todo el espectro de los rayos UV-A. Siendo los UV-B los principales responsables de la fotodegradación de las propiedades cromáticas de un material. Según Ortiz-Herrero *et al.* (2018): "Una hora de envejecimiento artificial equivale a 143 horas de envejecimiento natural". Nuestro estudio equivale a 572 días de exposición a la luz natural [F. 13].

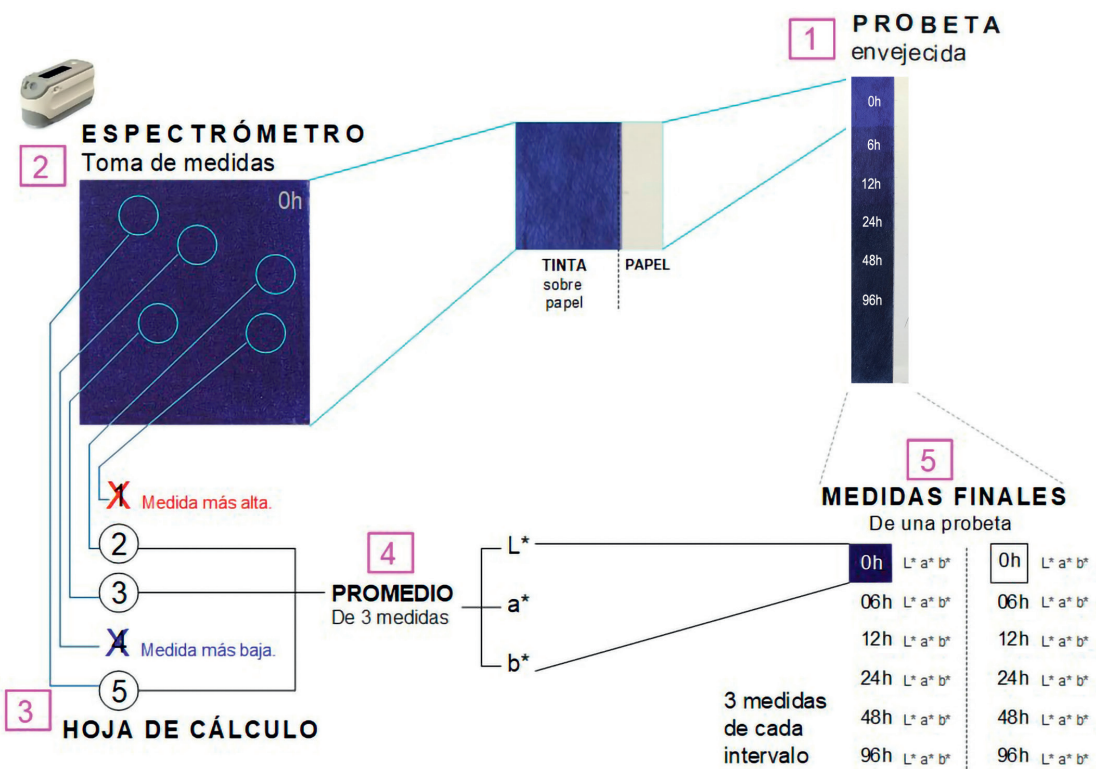
Preparación de la muestra

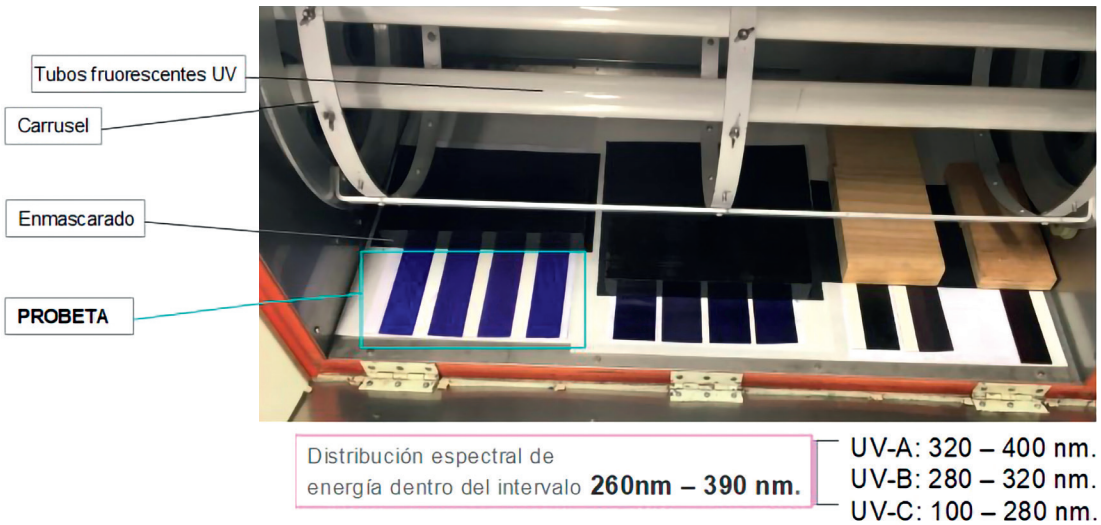
— Se realizaron cuatro probetas con papeles satinados de gran luminosidad y alta calidad, en un formato de 5 cm x 21 cm.
— Se utilizó un bolígrafo BIC® cristal azul, punta media (1,0 mm).
— Se tramó densamente en el soporte alargado, dejando una franja entintada y otra en blanco.
— Se protegió la muestra en el proceso de elaboración con un folio.

Cronograma y proceso de fotodegradación: exposición por destape

— Se taparon transversalmente las muestras con una cartulina negra, descubriendo en cada intervalo la probeta

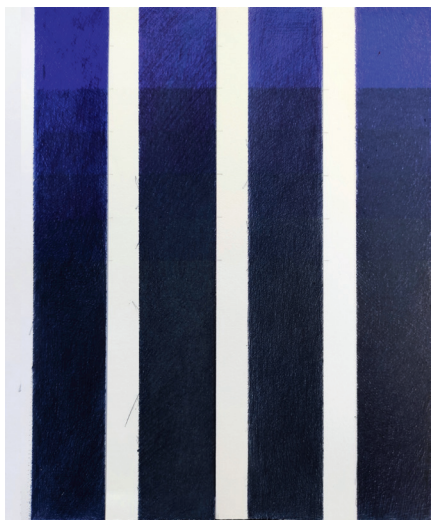
[F. 12]
Proceso de medición y análisis de los resultados del envejecimiento artificial fotoinducido.





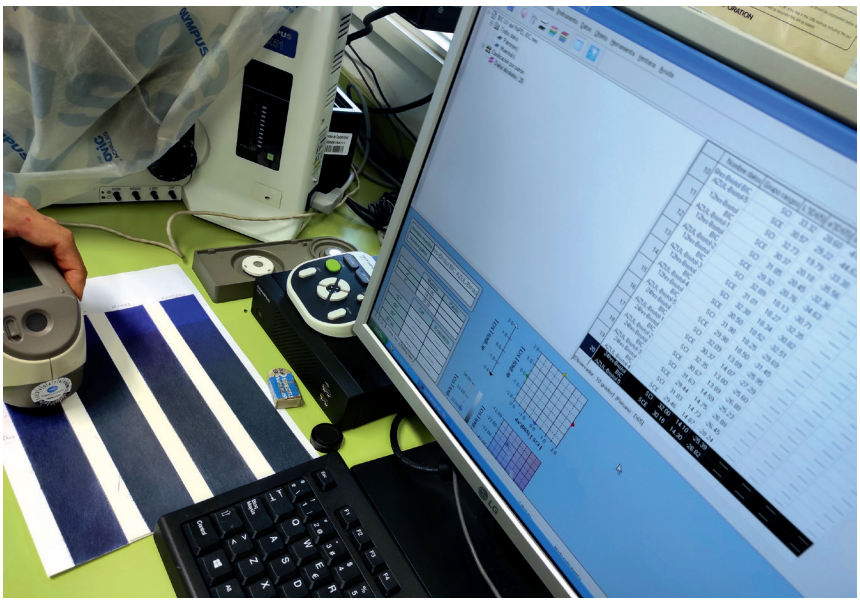
[F. 13]

[F. 13]
Cámara de envejecimiento UV: fabricado bajo la norma UNE 53-104-86. Con carrusel de cuatro tubos fluorescentes Ultraviolet-B TL 40W/12RS (Philips).



[F. 14]

[F. 14]
Probetas de tinta fotodegradadas. Papeles de izquierda a derecha: CABALLO® 109, ARCHES® Acuarela, CANSON® Bristol y FABRIANO® Studio Acuarela.



[F. 15]

[F. 15]
Trabajo de espectrocolorimetría y análisis de datos en el LabMat de la Facultad de Bellas Artes de la UCM.

— La exposición a la fotodegradación por radiación UV se realizó en tramos de 48, 24, 12 y 6 horas durante cinco días.
— Obtuvimos intervalos finales de 96, 48, 24, 12, 6 y 0 horas.

Realización del análisis

Una vez que tenemos la probeta envejecida, comenzamos a medir tramo a tramo con el espectrómetro. Tomaremos cinco medidas, de las cuales descartaremos la más alta y la más baja de todas. Con las tres restantes realizaremos un promedio en una hoja de cálculo. Esto por cada coordenada, L*, a* y b*, y esto mismo por cada intervalo de papel no tramado, pero sí expuesto a radiación UV [F. 14 - 15].

CONCLUSIONES

— Se ha mejorado la metodología de análisis colorimétrico aplicado al dibujo.
— Determinado el mejor procedimiento para el análisis de tintas tramadas.
— Conseguido realizar un modelo de probetas específicas adaptadas al análisis colorimétrico.
— Establecido un papel modelo para el uso de bolígrafos con tinta al aceite.
— Y se han definido los aspectos a tener en cuenta en el dibujo con trama cruzada.

AGRADECIMIENTOS

Acción financiada por la Comunidad de Madrid a través del Convenio Plurianual con la Universidad Complutense en su línea Programa de Estímulo a la Investigación de Jóvenes Doctores, en el marco del V PRICIT (V Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica).

BIBLIOGRAFÍA

— BARTOLOMÉ, Luis. *Avances en la metodología de datación de documentos. El método DATINK*. 2018.

— CENTENO, Silvia A. *Identification of artistic materials in paintings and drawings by Raman spectroscopy: some challenges and future outlooks.* 2015.

— CESARATTO, Anna; R. LOMBARDI, John; y LEONA, Marco. *Tracking photo-degradation of triarylmethane dyes with surface-enhanced Raman spectroscopy*. 2016.

— DÍAZ-SANTANA, Oscar; CONDE-HARDISSON, Francisco; y VEGA-MORENO, Daura. *Métodos modernos para la datación de las tintas en documentos. Limitaciones y propuestas.* 2018.

— GEIMAN, Irina; LEONA, Marco; y R. LOMBARDI, John. *Application of Raman Spectroscopy and surface-enhanced Raman scatering to the analysis of synthetic dyes found in ballpoint Pen inks.* 2009.

— GORSHKOVA, Kseniia O.; TUMKIN, Ilya I.; MYUND, Liubov A.; TVERJANOVICH, Andrey S.; MERESHCHENKO, Andrey S.; PANOV, Maxim S.; y KOCHEMIROVSKY, Vladimir A. *The investigation of dye aging dynamics in writing inks using Raman spectroscopy*. https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2016.04.009. 2016 [Última consulta 07-07-2022].

— MUÑOZ GALLARDO, María. *Estudio y comparativa relativas al envejecimiento de tintas de bolígrafo sobre papel. Basado en las obras de artistas como Juan Francisco Casas*. 17ª Jornada de Conservación de Arte Contemporáneo. Departamento de Conservación- Restauración MNCARS. pp. 119-127. 2016.

— NAVARRO QUINTERO, Félix Francisco. *Grafoquímica: Determinación de antigüedad de tintas en instrumentos de escritura manual,* 2017.

— NUNKOO, M. Irfan; SAIB-SUNASSY, M. Bilall; KAM WAH, Henri Li; y JHAUMEER LAULLOO, Sabina. *Forensic Analysis of Black, Blue, Red, and Green Ballpoint Pen Inks.* 2016.

— ORTIZ-HERRERO, L.; BLANCO, M.E.; GARCÍA-RUIZ, C.; y BARTOLOMÉ, L. *Direct and indirect approaches based on paper analysis by Py-GC/MS for estimating the age of documents.* 2018.

— SAN ANDRÉS, M.; DE LA ROJA, J.M.; CHÉRCOLES, R.; GÓMEZ, M.; y BAONZA, V.G. "Envejecimiento con radiación UV de una variedad de cartón pluma neutro: Estudio de su evolución cromática y composición", *Revista Óptica Pura y Aplicada*. Volumen 43. pp. 219-227, 2010.

— SAN ROMÁN, I.; BARTOLOMÉ, L.; ALONSO, M. L.; ALONSO, R. M.; y EZCURRA, M. “DATINK pilot study: An effective methodology for ballpoint pen ink dating in questioned documents”. *Analytica Chimica Acta*, 892, 105–114. 2015. http://doi.org/10.1016/j.aca.2015.08.038 [Última consulta 07-07-2022].

— SAVIELLO, Daniello.; TRABACE, Maddalena; ALYAMI, Abeer; MIRABILE, Antonio; BAGLIONI, Piero; GIORGI, Rodorico; y LACOPINO, Daniela. *Espectroscopía Raman y dispersión Raman mejorada de superficie (SERS) para el análisis de tintas de escritura azules y negras. Identificación del contenido de tinte y procesos de degradación.* 2019.

— VALLEJO, Irene. *El infinito en un junco.* 2019.

— VALLEJOS, Nelson. *Antigüedad de tintas*. 2014.

— WEYERMANN, Céline; ALMOG, J.; BÜGLER, J.; y CANTU, A. *Minimum requirements for application of ink dating methods based on solvent analysis in casework.* 2011.

— WEYERMANN, Céline; KIRSCH, Dieter; COSTA-VERA, César; y SPENGLER, Bernhard. *Photofading of ballpoint dues studied on paper by LDI and MALDI MS.* 2005.

Las creaciones textiles de Mariano Fortuny y Madrazo y Henriette Nigrin Brassart: su conservación y restauración

SILVIA MONTERO REDONDO

Mariano Fortuny y Madrazo y Henriette Nigrin fueron los artífices de dos creaciones de vanguardia en la historia del arte y de la moda: los vestidos Delfos y los tejidos estampados de inspiración medieval y renacentista que tanto éxito tuvieron desde su creación en los primeros años del siglo XX, y que supusieron una revolución en aspectos tanto estéticos como técnicos. A través del estudio documental y tras la planificación y ejecución de proyectos de conservación y restauración realizados sobre obras originales de su creación, se han podido establecer conclusiones novedosas. Los Delfos y los tejidos estampados han sido analizados en profundidad para contribuir a un mayor conocimiento de su obra y, en última instancia, ayudar a la preservación de las obras conservadas en colecciones de importantes museos del mundo.

INTRODUCCIÓN

Por medio de este artículo, presento los estudios y conclusiones sobre la conservación y restauración de la obra textil de MF y HN, a los que he llegado tras años de estudio e investigación y gracias al desempeño de mi trabajo en departamentos de Conservación y Restauración de museos del Ministerio de Cultura, como el Museo del Traje CIPE y el Museo Arqueológico Nacional. A través de sus colecciones he conocido en profundidad piezas originales de singular relevancia que se custodian en ambos museos estatales y que, de manera indiscutible, están relacionadas entre sí en cuanto a lo que se refiere a la creación de la pareja constituida por Mariano Fortuny y Madrazo y Henriette Nigrin Brassart; unas por ser sus propias creaciones, como son las conservadas en el Museo del Traje; y otras en las que los artistas pudieron inspirarse, como son las pinturas sobre tabla y los tejidos medievales y/o la cerámica griega del Museo Arqueológico Nacional.

Para realizar este estudio me he basado en obras originales concretas que he tenido el privilegio de estudiar y restaurar a lo largo de mi vida profesional, entre las que destaco:

Varios Delfos propiedad de Geraldine Chaplin que formaron parte de la exposición sobre moda española celebrada en el MNCARS en el año 2003.

- Delfos, trajes y tejidos estampados de la colección Fortuny, conservada en el Museo del Traje CIPE.
- Tejidos históricos del siglo XV conservados en el Museo Arqueológico Nacional.
- Pinturas sobre tabla del siglo XV, de la colección MAN.

La estructura y metodología seguida se centra en las fases del procedimiento habitual para la conservación y restauración de las obras de arte. Este procedimiento comprende una primera fase de estudio histórico artístico, en el que acudimos al estudio de fuentes documentales, seguido de la fase de análisis físico de la obra y valoración del estado de conservación, que nos capacita para emitir un diagnóstico y, finalmente, concluir con la toma de decisiones y ejecución del proyecto de restauración y conservación adecuado a las piezas estudiadas.

MARIANO FORTUNY Y MADRAZO Y HENRIETTE NIGRIN EN VENECIA

Las biografías de los dos autores de estas creaciones textiles han sido ampliamente estudiadas por historiadores de arte como Guillermo de Osma, María del Mar Nicolás y Silvia Bañares, quien recientemente ha publicado una breve biografía de Henriette y ha aportado datos sobre su autoría en todo el proceso de creación.

Gracias a las publicaciones del archivo personal de los artistas, conservado en el Museo Fortuny de Venecia, conocemos las inquietudes y actividades artísticas de ambos: pintura, fotografía, iluminación, indumentaria, estampación, estudio e investigación profunda del arte y las antigüedades, control de calidad de sus creaciones textiles. Dedican a ello su vida desde los primeros años del siglo XX hasta la muerte de Mariano Fortuny, en 1949.

En Venecia, en el Palacio Pésaro degli Orfei, establecen su domicilio y lugar de trabajo, convirtiéndose así en su taller de experimentación y producción. Distribuyen el espacio en zonas especializadas en los procesos de producción: talleres dedicados a la estampación de tejidos de seda; espacios dedicados al proceso de tinción; talleres dedicados al plisado de tejidos de seda; laboratorio de fotografía y revelado; salón dedicado a la pintura; y toda la maquinaria y mobiliario necesario para todos los procesos creativos.

El resultado de su esfuerzo se plasmó en sus innovadoras creaciones: los característicos vestidos de seda plisada, denominados Delfos; los velos de seda estampada Knossos; y los tejidos de terciopelo de seda estampada.

Tras la Gran Guerra del 14, con la ayuda de Elsie McNeil, abrieron tienda en París, junto a la casa de alta costura de Paul Poiret. Allí instalaron sus primeras creaciones, y años más tarde lo harían en Londres. Tras el éxito recibido por parte de la sociedad parisina y europea y la fuerte demanda de la sociedad americana, fundan la Sociedad Anónima Fortuny, en la isla Giudeca, y abren una fábrica dedicada exclusivamente a la estampación de algodones. De la dirección se encargó Elsie McNeil, bajo los diseños y creaciones de Mariano Fortuny y Henriette Nigrin, quienes continuaron con su creación y dirección de los trabajos en seda en el Palacio Orfei. Tras la muerte de Mariano Fortuny, en 1949, Henriette vende la fábrica de Giudeca a Elsie McNeil (ahora Condesa Gozzi), y a la muerte de esta, en 1974, pasa a manos de quien fuera su abogado Maged Riad. En la actualidad, son los hijos de Riad, Mickey y Maury Riad los propietarios de la fábrica, que la dirigen desde Nueva York y desde Venecia.

EL PROCESO CREATIVO

RELACIÓN CON LAS ARTES ESCÉNICAS Y PERFORMATIVAS

Sus primeras creaciones textiles están relacionadas con las artes escénicas: el teatro, la danza y la ópera. Con grandes obras representadas en los mejores teatros y óperas de los primeros años del siglo XX, a los que acudía la gran burguesía europea.

Al mismo tiempo que Fortuny recibía importantes encargos de reforma y mejora de los escenarios de grandes teatros y óperas de Francia, Alemania e Italia, en los que instalaba sus cúpulas e invenciones de iluminación indirecta, la pareja recibía encargos para el vestuario de las obras allí representadas. Así, sus diseños fueron creados como vestuario escénico para actrices de teatro como Eleonora Duse o Sara Bernhart, que representaron obras del poeta D'Anunzio, de temática romántica medieval. Por lo tanto, los trajes debían tener una iconografía tardogótica o renacentista para aportar realismo a la escena.

También para Isadora Duncan, actriz de origen norteamericano, que emigró en 1887 a Europa y que se instala en Inglaterra. Con sus movimientos en escena revolucionó el mundo de la danza, creando la danza contemporánea. Para su vestuario elegía una estética inspirada en el arte griego, un vestido que, por sus características técnicas, le permitían realizar sus movimientos corporales con total libertad. En 1903 viajó a Venecia y pronto realizó sus primeros encargos a la pareja Fortuny-Nigrin, ya que el novedoso vestido Delfos, cubría las necesidades buscadas por la bailarina para avanzar en la libertad de movimientos corporales.

Durante esta primera década del siglo XX, también recibieron encargos desde otros ámbitos artísticos y culturales. Las participantes en las tertulias literarias organizadas por Natalie Barney en el jardín de su casa de París seguían la estética clásica y sus actuaciones artísticas performativas tenían la temática y estética del mundo griego clásico. Sus participantes se vestían así, con Delfos y velos tipo Knossos, de Mariano Fortuny y Henriette Nigrin. O la Marquesa Luisa Casati, aristócrata excéntrica que vivía en Venecia, a quien gustaba autodenominarse "Obra de arte viviente" en sus performances públicas. A ella se le atribuye ser la primera mujer que compró un Delfos fuera del ámbito escénico.

A partir de ellas, actrices, aristócratas y mujeres de la alta burguesía europea fueron adquiriendo sus diseños y creaciones, lo que aportaba a sus figuras un signo de identidad y distinción de una vida sofisticada y culta.

INSPIRACIONES E INFLUENCIAS: ICONOGRAFÍA Y TÉCNICA

Para entender el proceso creativo de los artistas hay que tener en cuenta dos factores fundamentales: la iconografía y la técnica. Para ello, los artistas acuden a diversas fuentes de inspiración, entre las que destacan: por una parte, las colecciones de arte y antigüedades heredadas de la familia Fortuny-Madrazo; por otra, el conocimiento de la pintura tardogótica y de la pintura renacentista veneciana; también el conocimiento de las colecciones de arte griego de importantes museos europeos formados en el siglo XIX y sus viajes por toda Europa; y, por último, su amistad con pintores contemporáneos ingleses, como Alma Tadema.

Iconografía

La colección de tejidos medievales de la familia Fortuny-Madrazo

Las colecciones de arte y antigüedades reunidas por Mariano Fortuny Marsall y Cecilia Madrazo a lo largo de su vida, fueron heredadas en parte por su hijo Mariano Fortuny y Madrazo, a la muerte de Fortuny Marsall, en 1874. Otras muchas fueron vendidas a coleccionistas, como las adquiridas por Archer Huntington para las colecciones de la Hispanic Society de Nueva York. Con todo ello, se contribuyó a la dispersión de este rico patrimonio textil, que hoy día se conserva en colecciones de importantes museos de todo el mundo.

Gracias a las fotografías conservadas del Palacio de Roma, en el que vivió la familia Fortuny Madrazo, podemos identificar una gran variedad de objetos y tejidos históricos, incluso llegar a detectar algunos ejemplares hoy conocidos y conservados en nuestros museos. Me refiero en concreto a un detalle de la fotografía conservada en el archivo del Instituto Amatler de Arte Hispánico, titulada *Vista del estudio de Mariano Fortuny en Roma,* h. 1873-1874, en el que podemos ver un tejido del siglo XV tras una armadura, incluso fragmentos de tejidos colocados de forma cuidadosa en el interior de una alacena.

También, a través de dos fotografías del Palacio Martinengo de Venecia, lugar de residencia de Cecilia Madrazo y María Luisa Fortuny, vemos cómo la familia se esmeraba en el cuidado y estudio de su colección de tejidos históricos.

En este punto me detengo para centrar la atención en el tejido medieval Griccia, uno de estos tejidos del siglo XV en los que se inspiran para crear sus terciopelos estampados. Utilizo como ejemplo uno de los tejidos estudiados de la colección del Museo Arqueológico Nacional. La temática es la misma, la piña o granada que caracteriza a los tejidos de tipo Griccia, de origen toledano, valenciano o veneciano. Sin embargo, en nada se parecen técnicamente. Mientras estos tejidos están realizados mediante hilos entrecruzados a base de ligamentos complejos de hasta tres urdimbres y dos tramas, los tejidos de MF y HR, se basan en procedimientos más pictóricos, como veremos más adelante.

Pintura tardogótica

En cuanto a los modelos de indumentaria, la inspiración la encuentran en la pintura tardogótica y veneciana. En concreto en los vestidos, hopalandas y capas que llevaban los altos dignatarios eclesiásticos, la realeza y con los que se vestía a la Virgen. Sirva de ejemplo las tablas conservadas en el Museo Arqueológico Nacional.

El conocimiento técnico que Mariano Fortuny tenía de los procedimientos y técnicas pictóricas en general y, en particular, de la pintura al temple y de la técnica del dorado, característicos en esta tabla del siglo XV, fueron fundamentales para la creación de los tejidos estampados sobre terciopelo, técnica de estampación que describiré más adelante.

Colecciones de arte griego de museos europeos

La inspiración para la creación de los tejidos plisados Delfos, la encontraron en las colecciones de arte griego reunidas por los grandes museos europeos recién creados. El más amplio repertorio de imágenes de mujer griega ataviada con peplos y mantos se reúne en piezas de cerámica, como las que conserva el Museo Arqueológico Nacional, y en el Museo Británico de Londres. A través de ellos pudieron estudiar las posibilidades de movimiento que estos vestidos aportaban a las mujeres que los vestían.

Quizás no sea una osadía por mi parte pensar que es posible que también conocieran este vestido plisado de lino egipcio del Imperio Medio (2033-1710 a. C.), que se conserva entre las colecciones del Louvre. Testimonio no solo de complejidad técnica de la cultura egipcia, sino de elegancia y sofisticación de la mujer que lo llevaba.

Pintura inglesa contemporánea a los artistas: Alma-Tadema

Por último, citar la influencia que la pintura de su amigo inglés Alma-Tadema, pintor victoriano, pudo ejercer en la creación textil de la pareja. El artista, en una actitud de rechazo al mundo industrializado y gris, reclamaba una vuelta al mundo clásico, lleno de naturalismo y color.

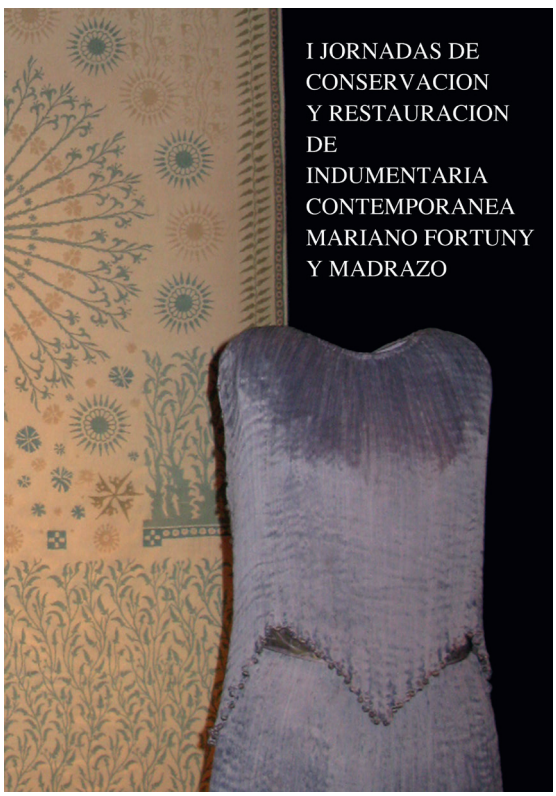
En conclusión, iconográficamente, el trabajo textil de MF y HN supone una inspiración en los modelos clásicos griegos y góticos, ambos lenguajes universales en toda la cultura europea occidental. De ahí el éxito y acogida de sus creaciones en su época como en la actualidad.

La técnica de los tejidos de MF Y HN

La técnica empleada por los artistas la conocemos a través de las fuentes directas: las patentes de invención. Registró veintitrés patentes en París, Londres, Alemania, España y Bélgica. De ellas, dedica cinco a los vestidos Delfos y dos a los tejidos estampados.

Pero también la conocemos gracias a los trabajos de investigación que se han llevado a cabo a través de proyectos de conservación y restauración dedicados a este tipo de obras. Me refiero en concreto al que dirigí en 2010 en el Museo del Traje CIPE, en relación con la exposición *Inspiraciones. Mariano Fortuny y Madrazo*. Los resultados y conclusiones se difundieron a través de las Jornadas de Conservación y Restauración celebradas ese mismo año en el museo, con la participación de un gran grupo de especialistas en conservación-restauración de tejidos de España y de museos, como el Museo de Arte de Philadelphia, Museo de Arte de Chicago y del Metropolitan Museum de Nueva York. Todos ellas aportaron sus investigaciones y experiencias [F. 01].

Estos proyectos se basaron en el estudio material, técnico y de estado de conservación de las tres tipologías textiles creadas por Mariano Fortuny y Henriette Nigrin:



[F. 01]
Portada de las Jornadas de Conservación y Restauración dedicadas a los tejidos de Mariano Fortuny y Madrazo, celebradas en 2010 en el Museo del Traje y organizadas y dirigidas por Silvia Montero.

— Los Delfos.
— Los tejidos estampados sobre seda.
— Los tejidos de terciopelo estampado de indumentarias fabricados en el Palacio degli Orfei.
— Los tejidos estampados de algodón fabricados en Giudeca.

Las conclusiones de estos estudios junto a mis últimas investigaciones las expongo a continuación.

LOS DELFOS

Algunos ejemplos de los vestidos Delfos analizados y estudiados son muestra de su problemática específica de conservación que, en gran parte, se debe a su propia materialidad y a sus características técnicas, que los hacen extremadamente frágiles. Son vestidos de seda, de tafetán o raso –según el caso–, formados por urdimbres lasas y tramas torsionadas. Cada pieza rectangular de seda está finamente plisada en sentido longitudinal (cada plisado de medio centímetro aproximadamente) y ondulada en sentido horizontal, según se observa en cada vestido analizado, y como aparece descrito y registrado por Fortuny en la patente FR 414.119.

Su estructura es simple, a base de la unión de cuatro o cinco piezas de tela, unidas mediante costuras longitudinales dos a dos, hasta formar una estructura tubular. Carece, por tanto, de cortes o patrones complejos. La unión de estos tejidos, si no estuvieran plisados, tendrían un diámetro interior de dos metros (teniendo en cuenta que cada tejido puede tener 1 m de ancho), según el cálculo aproximado. En el interior, algunos tienen la firma estampada en la costura de unión de dos piezas [F. 02].

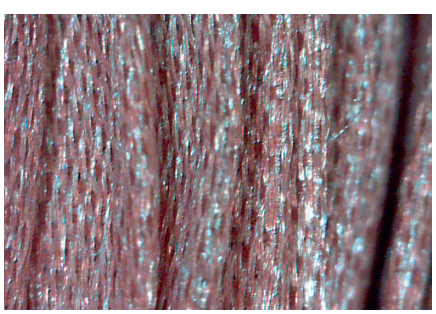
[F. 02]
Detalle del plisado longitudinal y ondulado horizontal de un Delfos

[F. 03]
Detalle del interior de un Delfos en el que se aprecian las cintas correderas mencionadas en sus Patentes.

[F. 04]
Macrofotografía de los plisados del Delfos.



[F. 02]



[F. 04]



[F. 03]

Por medio de unos cordones correderos que recorren el extremo superior, y unos carriles correderos en las sisas, se forman las mangas y el escote del cuello. Como remate decorativo, unas cuentas de vidrio de murano, insertas en un cordoncillo, están aplicadas en las costuras laterales, mangas y hombros. Algunos también en el extremo inferior del vestido [F. 03].

Este Delfo, sirve de ejemplo de lo explicado en las patentes que publica entre 1901 y 1914: 408.629, de 1910; 16.638, de 1912; 16.639, de 1912; y 12,848, de 1914.

Los principales problemas de conservación que presentan se deben a la propia naturaleza del tejido de seda, y a la técnica del plisado producido mecánicamente, de forma manual y sometido a condiciones elevadas de humedad y temperatura, que produce como resultado dos efectos mecánicos de carácter permanente: el plisado vertical y el ondulado horizontal, característicos de los Delfos. Sin embargo, la seda, altamente higroscópica, en condiciones de variabilidad de condiciones de humedad relativa y temperatura, puede modificarse y provocar la desaparición del plisado mecánico [F. 04].

Al mismo tiempo, los hilos de urdimbre de los tejidos de tafetán o raso de seda que conforman el vestido son lasos, es decir, no tienen torsión, lo que les hace ser sumamente frágiles a los daños físicos, especialmente en las zonas más expuestas del plisado.

Por otra parte, el uso de la pieza como prenda de vestir, ha sometido al tejido a múltiples agresiones por deformación (en zonas puntales provocadas por posturas anatómicas en actitud fundamentalmente de sentado), y al deterioro químico por la presencia de sustancias en su superficie (manchas de distinto tipo), y roturas del tejido en las zonas más expuestas del plisado.

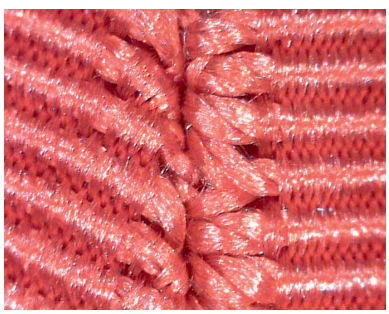
Por último, existen modificaciones de estructura por reutilizaciones o transformaciones radicales a las que han sido sometidos a lo largo de su vida material.

RESTAURACIÓN

Los procedimientos de restauración son específicos, debido a la fragilidad de los tejidos de seda con los que están conformados. Los soportes de crepelina e hilos de seda utilizados en la consolidación de los tejidos dañados, se adaptan a las formas del plisado hasta conseguir la recuperación del plisado prácticamente desvanecido [F. 05-06].

[F. 05]
Macrofotografía en el que se aprecia el ligamento y la costura de unión de tejidos.

[F. 06]
Delfos propiedad de Geraldine Chaplin, prestados al MNCARS para la exposición "Tras el espejo. Moda española", celebrada en 2003.



[F. 05]



[F. 06]

LOS TEJIDOS ESTAMPADOS

En el caso de los tejidos estampados, seguimos el mismo procedimiento de estudio y análisis previos a la intervención.

Es en estas creaciones en las que Fortuny y Henriette experimentan con los tejidos en su laboratorio de fotografía, y ponen en práctica sus conocimientos de técnicas de revelado fotográfico y pintura.

En dos patentes de 1910 y 1911 se explica el sistema de estampación que siguen, los productos que utilizan y la maquinaria que puede ser utilizada para rentabilizar el proceso. El proceso comienza en el laboratorio fotográfico donde prepara sus montajes en bastidores. Fortuny utiliza la técnica fotográfica de bicromato alcalino y goma arábiga para estampar sus telas, siguiendo dos métodos:

— Por medio de la creación de plantillas de papel o tela continua, lo que le permite hacer patrones de gran tamaño, incluso utilizarlos en una maquinaria de roleos a modo de cinta continua. A través de estas plantillas aplica el color a modo de tampón.

— Por medio de la aplicación directa del bicromato alcalino sobre sus tejidos finales, sin plantilla. Este proceso se puede hacer a mano alzada.

Ambos métodos los utiliza para aplicar la reserva al fondo o al dibujo, según le interese en cada caso. Este método le permite, además, hacer estampaciones polícromas, mediante rodillo o molde de madera tallada en relieve o rehundido.

Una vez más, las fuentes documentales directas, las fotografías realizadas por Fortuny, nos aportan datos sobre el proceso de creación. Realiza montajes con fragmentos de plantillas para confeccionar una tira completa de estampación. Utiliza como fondo uno de los tapices de su colección histórica, como en el caso el tapiz de la catedral de Granada, adquirido por su padre directamente a la catedral.

Vemos los bastidores en los que prepara las plantillas con el *rapport* del dibujo que después utilizará en la estampación de sus tejidos. Con estas plantillas repetirá ene número de veces el esquema, encajando unas con otras hasta obtener el tejido completo. Las pruebas de sus estampaciones las registra en un archivo de trabajo.

Esta técnica de goma bicromatada pigmentada la utilizan en los velos Knossos, y cortinas de seda realizadas con los mismos tafetanes de seda cruda. Las zonas de reserva, no insolubilizada por el procedimiento de exposición a la luz, quedan libres de toda sustancia y, por tanto, la seda se mantiene flexible, con sus propiedades intactas. Sin embargo, es en las zonas en las que se produce la reacción química de insolubilización de la goma donde se produce el mayor número de daños, principalmente por rotura. Por este motivo, este tipo de piezas es sumamente delicado y necesita ser intervenido y restaurado por métodos de encapsulado sobre soporte rígido. En sus tejidos vemos las huellas del arrastre de la goma bicromatada pigmentada, aplicada con brocha o espátula. La acumulación de sustancia en los márgenes, provocarán futuros deterioros [F. 07-09].

En los terciopelos de seda estampados igualmente utiliza la técnica de estampación por reserva con goma bicromatada, pero también aplica partículas metálicas para imitar las zonas tejidas con hilo de oro entorchado, característicos de los tejidos brocados del siglo XV, descrito anteriormente.

Gracias a los resultados de los análisis científicos realizados en las muestras tomadas de fragmentos originales, sabemos que el juego cromático plata/oro lo consigue aplicando partículas de aluminio en las partes plateadas del dibujo, y de latón en las zonas doradas. Estas partículas las aglutinan con albúmina, sobre una base de bermellón ligada con el mismo aglutinante. Con esta



[F. 07]



[F. 08]

[F. 07]
Tejido de seda estampado para un Knossos.

[F. 08]
Macrofotografía en el que se observa el deterioro causado en la seda

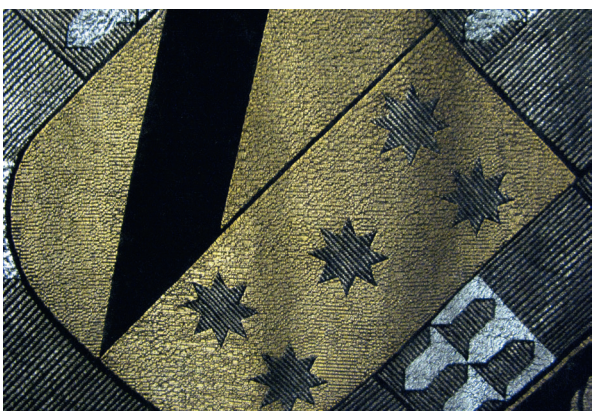
[F. 09]
Proceso de restauración de un tejido Knossos realizado por la autora en 2010.



[F. 09]



[F. 10]
Terciopelo de seda estampada realizado por Fortuny para el catafalco del Duque de Lerma.



[F. 11]
Detalle de terciopelo estampado en el que se ven las partículas metálicas de aluminio y latón.



[F. 12]
Macrofotografía de un tejido de terciopelo estampado con partículas de aluminio aglutinadas con albúmina.

técnica pictórica imitan los efectos conseguidos en las tablas pintadas al temple y doradas sobre bol, del siglo XV (como las explicadas anteriormente), con lo que el efecto es de mayor profundidad e intensidad.

El tejido de terciopelo es teñido con tintes naturales o sintéticos [F. 10-12].

Los problemas de conservación de este tipo de obras deben ser analizados en profundidad, puesto que entran en juego otras técnicas fuera del ámbito textil, como la pintura y la fotografía.

En los tejidos de la fábrica de Giudeca siguen los mismos esquemas de trabajo, aunque el soporte es distinto; en lugar de ser terciopelos de seda, en esta ocasión se trabaja con sargas de algodón estampadas por reserva y aplicación de policromías de partículas metálicas.

CONCLUSIONES

Las creaciones textiles de MF Y HN son el resultado de un elaborado proceso de investigación por parte de sus autores y en ellos se aúnan técnicas textiles, pictóricas y fotográficas.

Técnicamente suponen una innovación en la historia de la indumentaria, tanto por su tipología como por su técnica de ejecución, a pesar de estar inspirados en modelos del pasado.

Las primeras creaciones fueron pensadas como vestuario escénico en torno al mundo del teatro y la danza. Sus estructuras permitían libertad de movimientos corporales, y su materia era ligera y apropiada para las actrices.

Los proyectos de conservación y restauración deben partir del conocimiento de sus particularidades técnicas y compositivas de cada obra.

Las obras evidencian una extremada sensibilidad a los agentes de deterioro por la combinación de técnicas y materias presentes, propias de artes y técnicas de diferente tipología.

Por todo ello, deben ser tratados con el máximo respeto y responsabilidad profesional por parte de conservadores-restauradores titulados y especializados. Estas creaciones son obras de arte por su propio valor intrínseco.

Restauración de la obra de Enzo Cucchi, *Sin título,* en la segunda salida de la estación Salvator Rosa, Línea 1 del metro de Nápoles

GIOVANNA CASSESE / MANLIO TITOMANLIO / MARIA CORBI / ALFREDA CAPONE

Las Estaciones de Arte del Metro de Nápoles, propiedad del Municipio de Nápoles y administradas por su subsidiaria ANM (Azienda Napoletana Mobilità), reúnen más de doscientas obras *site specific* de destacados artistas de arte contemporáneo, representando una de las mayores manifestaciones de arte público en el contexto internacional de los últimos veinte años.

Se trata de una colección que originalmente fue definida como "museo obligatorio" por el comisario artístico del proyecto Achille Bonito Oliva. Una exposición heterogénea debido a las diversas generaciones, poéticas, y estilos de los autores y corrientes representadas, que muestra un amplio panorama de tendencias y lenguajes del arte desde finales del siglo XX hasta las últimas décadas.

UN CONVENIO PARADIGMÁTICO PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESTACIONES DEL ARTE EN NÁPOLES

El entorno de las Estaciones de Arte fue concebido y diseñado en la segunda mitad de los años noventa del siglo pasado por el Ayuntamiento de Nápoles, siendo inauguradas las primeras a partir de 2001. Constituye un museo excepcionalmente amplio, que se extiende entre el subsuelo y la superficie y que cambió por completo la cara de la ciudad de Nápoles[1][2]. El diseño arquitectónico de las estaciones del metro y las intervenciones posteriores realizadas en la superficie fueron encomendados a arquitectos y diseñadores de renombre internacional, como Àlvaro Siza, Eduardo Souto de Moura, Dominique Perrault, Oscar Tusquets, Karim Rashid, Gae Aulenti o Alessandro Mendini.

La estrecha colaboración entre arquitectos, diseñadores y artistas ha producido un cambio radical en la funcionalidad de las estaciones, diseñadas y construidas no solo como espacios de tránsito, sino como sitios culturales y espacios expositivos caracterizados por una fuerte identidad estética y atractivo turístico de alcance mundial, como así es reconocido por la crítica y la bibliografía internacional[3].

Para la gestión de un patrimonio artístico de esta envergadura, la Compañía Napolitana de Movilidad cuenta con un grupo de profesionales especializados en el sector histórico-artístico que, desde 2006, coordina las actividades de investigación, educación y conservación del patrimonio. ANM colabora con la Academia de Bellas Artes de Nápoles a través de un convenio experimental para la protección y mejora de las Estaciones de Arte (ampliado y renovado en 2009 y en 2012[4], y posteriormente en 2020). Supone toda una experiencia cultural, de formación y de gestión de alcance internacional.

Este extenso patrimonio artístico, como gran parte del arte contemporáneo, es frágil y fácilmente perecedero, requiere un cuidado constante y específico para su preservación y, sobre todo, para su transmisión a futuras generaciones[5]. Por este motivo, en el segundo semestre de 2020 se formalizó un nuevo acuerdo entre ANM y la Academia de Bellas Artes de Nápoles para el estudio, seguimiento, mantenimiento y restauración de estas obras de arte.

Este acuerdo es un ejemplo de cooperación en favor de la formación de los jóvenes estudiantes de la Academia en el que intervienen distintos profesionales, tanto de la Administración Pública (Municipio de Nápoles y ANM), órganos del Ministerio de la Universidad e Investigación (Academia de Bellas Artes de Nápoles) y departamentos del Ministerio de Cultura, y que son imprescindibles para la preservación de este patrimonio público, como así queda recogido en la Convención de Faro. Esta acción protectora favorece la sensibilización por este patrimonio y la formación de profesionales[6].

RESTAURACIÓN DE LA OBRA *SIN TÍTULO,* DE ENZO CUCCHI

Entre las intervenciones más recientes, fruto de la colaboración entre ANM y la Academia de Bellas Artes de Nápoles, destaca la restauración de la obra *Sin título,* de Enzo Cucchi, uno de los protagonistas de la Transvanguardia italiana. La obra consiste en el revestimiento externo de los cuatro lados de la base del chapitel diseñado por Alessandro Mendini, que se encuentra en la segunda salida de la estación Salvator Rosa de la Línea 1 del Metro de Nápoles. Esta obra aparece como un gran paralelepípedo que descansa sobre un escalón cubierto de piedra de lava.

Se trata de una serie de relieves de cerámica vidriada que surgen de una veintena de baldosas rectangulares de juntas acentuadas y superficie irregular. Todo el revestimiento de la pared juega con el contraste entre los colores amarillo y gris. En esta instalación destacan unos relieves que

[1]
El catálogo de todas las obras está disponible en línea en el sitio web institucional Metro Art ANM https://metroart.anm.it/ [Última consulta: 28-11-2022].

[2]
Corbi, Maria. *Le Stazioni dell'Arte di Napoli. Reinventare lo spazio pubblico della quotidianità*, Cassese, Giovanna; Paderni, Marinella, *Oltre il confine. Per un'estetica e una didattica del design del terzo millennio*, Gangemi, Roma 2020, pp. 125-142.

[3]
Las Estaciones de Arte están incluidas también en la plataforma en línea "Luoghi del Contemporaneo" del MIC/ Direzione Generale Creatività Contemporanea: https:// luoghidelcontemporaneo.beniculturali.it/metro-art---le-stazioni-dell-arte---linea-1 [Última consulta: 28-11-2022].

[4]
En la renovación del convenio de 2012 se decidió intensificar aún más las acciones de conservación previstas, encomendándose siempre a restauradores que ya se hayan graduado en el segundo grado, bajo la dirección científica de la propia Academia.

[5]
Cassese, Giovanna. *DNA e fragilità dell'arte pubblica: casi ed esperienze a confronto*, in *L'esperienza dell'arte pubblica e ambientale tra storia e conservazione,* ediatado por Cadetti, Alessia; Marchese E; Pace, F, Firenze Edifir 2020, pp. 95-107.

[6]
Cassese, Giovanna. *La conservazione dell'arte pubblica in Italia. Il caso del metrò dell'arte a Napoli,* Napoli, Arte'm, 2011.



[F. 01]
Lado sur, antes de la restauración.



[F. 02]
Lado este, antes de la restauración.



[F. 03]
Lado oeste, antes de la restauración



[F. 04]
Lado norte, antes de la restauración.

representan cuatro vistas del Vesubio, y cuyos colores recuerdan a los de los litotipos de Campania (el gris del piperno y el amarillo de la toba desprenden "una divertida ligereza que la convierte en una fábula visionaria").

La obra, al estar expuesta en el exterior, además de estar afectada por depósitos superficiales de diversa índole, también se encontraba muy dañada debido principalmente a los reiterados actos vandálicos. Se intentaron remediar estos últimos, como parte del Acuerdo entre la Academia y ANM (anteriormente Metronapoli, 2006 - 2016), a través de un primer proyecto de restauración llevado a cabo por el curso de restauración de la Academia de Bellas Artes de Nápoles en el 2007 y con su posterior programa de mantenimiento[7], aunque, desde el 2017, tras nuevos y reiterados actos vandálicos, la obra se ha ido deteriorado exponencialmente [F. 01 - 04].

En general, las cuatro caras de la base de la aguja se vieron afectadas por grafitis hechos con botes de aerosol y rotuladores indelebles de varios colores. Se pudo observar que el daño estructural se manifiesta con mayor fuerza en los bordes y, en particular, en las caras sur y oeste. En varias zonas se encontraron adhesivos de varios tipos y tamaños. También faltaban varios azulejos de la pared.

[7]
Capuano, Fabrizio; Conte, Fabrizio; Russo Antonella. *La manutenzione delle "Stazioni dell'arte"*, in X Congresso Nazionale IGIIC, *Lo Stato dell'Arte*, Accademia di San Luca, 22-24 noviembre 2012, atti Nardini Editore, Firenze 2012, pp. 69-76.

Muchas de las cerámicas en relieve presentaban fisuras, fracturas, desprendimientos y faltas de pequeño o mediano tamaño, especialmente en las zonas más sobresalientes. En el lado norte faltaba una de las pequeñas calaveras, algunas otras partes de alrededor y la pérdida de tejas enteras (o grandes fragmentos de ellas) en la esquina inferior derecha y en la parte superior del revestimiento.

En el lado oeste se encontraron desperfectos en las figuras de color gris. También en el lado sur, además de los daños detectados en las esquinas, se evidenció la falta de partes limitadas donde la cerámica gris tenía los relieves más sobresalientes.

En las uniones y los espacios entre las piezas de cerámica se observó una acumulación de depósitos de diversa índole, que en algunos casos favorecieron la presencia de restos biológicos. En muchas de las cavidades en el modelado de la obra, especialmente en las calaveras, se pudo detectar la acumulación de chicles y otros tipos de desechos.

En el mes de julio de 2021 se iniciaron las últimas intervenciones de restauración. Un trabajo en el que se involucraron alumnos de cuarto y quinto año del curso de Restauración (PFP4 Cerámica, vidrio y materiales orgánicos).

La obra también será tema de tesis de la alumna Alfreda Capone, con la tutoría de los profesores Titomanlio y Cassese, y la colaboración de Maria Corbi y Luisa Lepre de ANM. Previamente a la intervención, la obra fue documentada a través de una serie de estudios que incluyeron: levantamientos geométricos-dimensionales, estudio de la técnica de construcción y de los materiales utilizados, análisis de las morfologías de alteración/degradación y levantamiento de antiguas intervenciones de mantenimiento y restauración que fueron registradas por medio de fotografías (generales y en detalle) acompañado de tablas específicas en soporte informático.

El resultado global de los distintos estudios se correlacionó con las oportunas investigaciones histórico-críticas (archivística, bibliográfica, iconográfica, investigación biográfica del autor, eventualmente también a través de la recuperación de diversos tipos de datos como libros, documentos, fichas, nuevas entrevistas con el autor, dibujos, fotografías, películas y/o relieves antiguos). En particular, se contactó entonces con la galería de referencia de Enzo Cucchi (Stagetti, en Roma), el hijo del artista, persona de contacto del Archivo Cucchi y el artesano Alessio Sarri, de Sesto Fiorentino, quien creó la mayólica en 2002 y que ofreció total disponibilidad y colaboración para las reintegraciones.

Inicialmente, la intervención conllevó la eliminación de los depósitos superficiales con delicados métodos de secado con la ayuda de cepillos planos y cepillos de cerdas suaves. Posteriormente se llevaron a cabo limpiezas con esponjas y/o pulverizaciones de agua añadidas a los tensioactivos.

Tras una serie de pruebas preliminares, se evaluaron los disolventes y métodos a aplicar para la eliminación de los grafitis y los autoadhesivos; interviniendo en las zonas localizadas con disolventes orgánicos en gel a base de éteres de glicol y tensioactivos específicos para la eliminación de grafitis.

Después se intervino en los elementos metálicos, aplicando inyecciones de resinas acrílicas altamente concentradas en las porciones ligeramente desprendidas. Una vez limpias las superficies de las partes desprendidas se procedió a su re-adhesión. Todas las superficies afectadas fueron tratadas con una película de resina acrílica como imprimación para facilitar la reversibilidad de la intervención.

En los casos en que las juntas de los azulejos no se encontraban severamente dañadas, para evitar nuevos desprendimientos, se realizó un nuevo fijado con las mismas mezclas utilizadas en la fase de construcción y cuidando de no alterar el aspecto original de la obra. En cuanto a las antiguas lechadas, tras un análisis en profundidad se han eliminado algunas y se han sustituido totalmente por otras nuevas, utilizando materiales más duraderos y compatibles con los materiales originales.

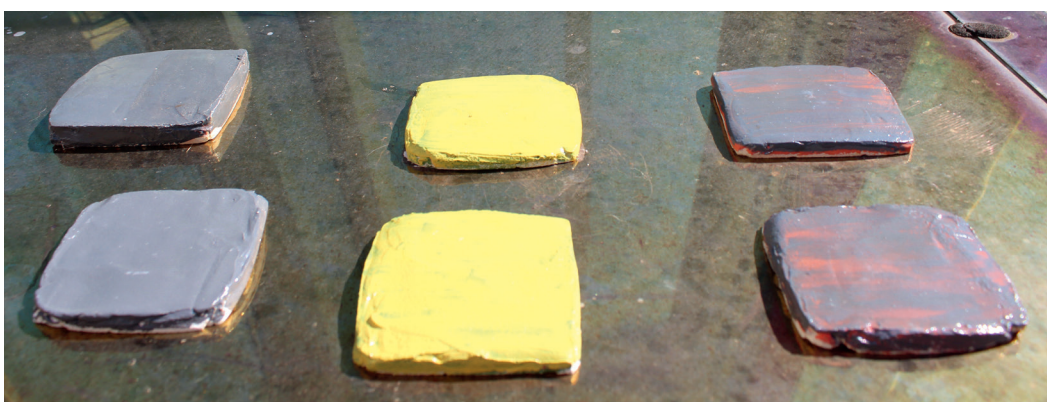
Ante la presencia de fisuras o pérdidas de material imprescindibles para la estabilidad del revestimiento cerámico, se realizó el rejuntado y micro-rejuntado con mezclas a base de polímeros sintéticos capaces de estabilizar el daño y al mismo tiempo restablecer la legibilidad de las partes comprometidas.

La particular ubicación de la obra y los daños causados por el público a los que estuvo expuesta conllevaron que las reparaciones de las zonas afectadas fueran especialmente complicadas. En función del tipo de los daños se optó por dar distintas soluciones. En cuanto a las tejas perdidas, se utilizaron materiales originales encargados al fabricante y de conformidad con el artista[8].

A continuación se restauró el revestimiento cerámico utilizando un gel adhesivo similar al original, pero con mejores prestaciones para la fijación de las baldosas[9]. Siguiendo una lógica de restauración de las pérdidas, como en el caso del cráneo desaparecido en el lado norte, la integración se realizó recuperando un original similar hecho en 2002 específicamente para una posible futura intervención[10].

En cuanto a todas las pérdidas detectadas en las decoraciones figurativas, en cambio, fue necesario adoptar otros métodos más apropiados para cada caso, teniendo en cuenta que no era posible disponer de materiales cerámicos modelados específicamente conforme a las deficiencias. Por lo tanto, se decidió buscar una solución alternativa para que estos agregados intervinieran reconstruyendo las partes perdidas teniendo como referencia la documentación fotográfica realizada durante la inauguración del monumento[11]. El propósito de la integración era, por lo tanto, conseguir un material de distinta naturaleza, pero con las características adecuadas para su exposición al exterior. Las deficiencias fueron subsanadas recurriendo al uso de una resina epoxi del tipo Araldite SV 427 con el respectivo endurecedor HV 427[12]. Es un sistema epoxi particularmente denso y adecuado para modelar las formas en relieve. Para garantizar su reversibilidad, antes de aplicar el sistema se creó una interfaz de sacrificio a base de resina acrílica al 10 % en dimetilcetona (Paraloid B72). Posteriormente se modeló la resina directamente sobre la falta siguiendo la información obtenida de la documentación fotográfica[13].

El proceso también preveía la coloración de la resina con pinturas acrílicas. Se decidió entonces aplicar una película protectora transparente adicional sobre el color, por un lado, capaz de recrear el efecto de la cerámica vidriada y, por otro, de aumentar la resistencia de los colores acrílicos en condiciones ambientales desfavorables. En este sentido se realizaron unas muestras en Araldite 427 (SV+HV) de unos 10 x 10 x 1 centímetros y se pintaron con colores acrílicos a imitación de las superficies cerámicas para evaluar el protector más adecuado. La prueba de resistencia a los



[F. 05] Ensayo para la evaluación del sistema integrador de la cerámica.

[8]
La elección, en lo posible, de restaurar las partes faltantes en este caso se planteó para realizar una intervención encaminada a seguir la intención del artista. Sobre los posibles enfoques en el campo de la restauración de arte contemporáneo, ver: Bonsanti. Giorgio, *Proposte per una Teoria del restauro dell'arte contemporanea,* in *Cosa cambia. Teorie e pratiche del restauro nell'arte contemporanea* (editado por Mundici, Maria Cristina e Rava, Antonio), Skira, Milano, 2013, pp. 123-131.

[9]
En el año 2002, cuando se realizó el revestimiento, se utilizó un sistema de tres componentes, compuesto por adhesivo, endurecido, como Kerakoll Superflex. Para la restauración, en cambio, se optó por utilizar un producto monocomponente de la misma empresa, pero de nueva generación (Kerakoll H40 No Limits), que resultó claramente superior tanto en capacidad adhesiva como en elasticidad y resistencia a la tracción, adhesión y al corte.

[10]
De la obra, nacida de la colaboración entre Enzo Cucchi y el ceramista Alessio Sarri en 2002, de hecho, se conservaron algunos elementos cerámicos residuales que sirvieron para reintegrar las partes perdidas.

[11]
En cuanto a la documentación fotográfica de la obra, realizada próxima a la realización, se pudo evaluar que fue increíblemente modesta. De hecho, solo se han encontrado algunas tomas fotográficas realizadas durante la inauguración de 2002, y algunas un poco más recientes relativas a algunos detalles. Por lo tanto, todo el material fotográfico encontrado aquí se utilizó para evaluar el estado de conservación a lo largo de los años y, precisamente, para comprender la forma exacta de las partes que faltan. En concreto, se ha podido trabajar con la documentación de 2007, contextual a la restauración realizada ese año, y la de 2011,

agentes atmosféricos se realizó colocándola en la parte superior de la obra (sobre una chapa en la base del chapitel), donde se registraron las mayores variaciones de temperatura, y donde había total exposición al viento y al agua de la lluvia; en condiciones particularmente críticas [F. 05].

Para los ensayos se eligieron cuatro tipos de polímeros sintéticos [Tabla 1]: una resina acrílica en emulsión acuosa (Acril 33)[14]; un sistema epoxi del tipo Araldite AW106 con catalizador HV953U[15], un sistema epoxi del tipo Araldite 2020 (XV396/XV397)[16]; finalmente un polímero sintético bicomponente adicionado con filtros anti-UV (a base de metacrilatos de metilo, acetato de N-butilo, benzotriazol y catalizador a base de un poliisocianato alifático[17]. Todas las resinas se aplicaron con brocha sobre las probetas pintadas, y se controlaron durante un período de tiempo equivalente a seis meses.

PELÍCULAS PROTECTORAS ENSAYADAS PARA LA SUPERFICIE DE LAS INTEGRACIONES	
Polímeros aplicados a las muestras	**Resultado de la prueba después de 6 meses**
Acrílico 33 aplicado sin diluir con brocha	La película sometida a excursiones térmicas diurnas condujo a un reblandecimiento excesivo de la resina, con amarilleo parcial y acumulación de suciedad ambiental. Además, se encontraron pequeños desprendimientos cerca de los bordes del espécimen.
Araldite 106 y HV953U Aplicación con brocha	La aplicación de la película fue muy difícil. En el espacio de dos meses se ha vuelto opaco y alterado en tonos amarillos. Además, se encontraron pequeños desprendimientos cerca de los bordes del espécimen.
Araldite 2020 (XV396 / XV397) Aplicación a brocha	La aplicación de la película no dio ningún problema e inicialmente los resultados fueron excelentes. Sin embargo, en el quinto mes la película se volvió amarilla. Luego se detectaron pequeños desprendimientos cerca de los bordes de la muestra.
Resina a base de metacrilatos con filtros UV	La película parece intacta. No hay alteraciones cromáticas, ni desprendimientos y todo el sistema integrador (basado en Araldite SV 427 + HV 427 y pintado con colores acrílicos), se ha conservado perfectamente.

[Tabla 1]

En el primer caso, el sistema acrílico resultó ser inadecuado, ya que las altas temperaturas que alcanzaba la superficie durante el día provocaban el reblandecimiento y en algunos casos la descomposición de la resina, con la consiguiente captación de suciedad ambiental y amarilleo parcial. Araldite 106 no solo era difícil de aplicar, sino que a los dos meses cambiaba, volviéndose opaco y virando hacia tonos amarillos.

Araldite 2020, inicialmente dio excelentes resultados, pero luego, en el quinto mes, este sistema también cambió cromáticamente, pasando a tonos amarillos. Además, en los tres casos fue posible detectar la tendencia a desprenderse, especialmente cerca de los bordes.

El último producto probado, utilizado para la reparación de carrocerías, demostró ser particularmente resistente y adecuado para este caso. No solo no se han detectado alteraciones cromáticas ni desprendimientos (al menos hasta ahora, es decir, después de más de un año), sino que todo el sistema integrador parece haber adquirido una mayor resistencia al impacto, por lo que no se han detectado daños pictóricos en la película. También, desde un punto de vista estético, resultaba especialmente adecuado, ya que creaba los mismos efectos de brillo sobre la pintura acrílica que la cerámica vidriada original [F. 06 - 11].

contenida en el volumen editado por Cassese, Giovanna, *La conservazione dellÐarte pubblica in Italia. Il caso del metrò dellÐarte a Napoli*, óp.cit.

[12]
Se evaluó el uso del sistema epoxi SV 427 + HV427, generalmente utilizado para el trabajo de la madera (rejuntados, ampliaciones y reformas), después de haber probado su desempeño en especímenes especiales colocados *in situ*. Esta resina, además de ser fácilmente tratable, tiene una buena resistencia a las altas temperaturas, a los golpes y, sobre todo, a los agentes atmosféricos. Ver: Borgioli, Leonardo; Cremonesi, Paolo, *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere Policrome*, Il Prato, Saonara (Pd), 2005, pp. 168-170.

[13]
Las dimensiones y formas de las piezas que faltan se han obtenido mediante el estudio de ampliaciones especiales del material fotográfico disponible. En algunos casos la dimensión exacta de la pieza a integrar se obtuvo mediante simples cálculos proporcionales entre las medidas reales y las obtenidas de la documentación fotográfica.

[14]
Acril 33 es una de las resinas acrílicas en emulsión acuosa más conocidas. Es una dispersión acuosa al 42-48 % de un copolímero de acrilato de etilo y metacrilato de metilo. Normalmente se utiliza como aditivo de inyección para lechada, consolidante, aglutinante de pigmento y adhesivo. Las formulaciones más recientes de este tipo de resinas acrílicas también tienen buena resistencia al amarilleo, buena transparencia y excelente poder aglutinante. Este producto ha sido probado en pureza sobre todo por su alta compatibilidad con la pintura acrílica, por su alta transparencia y por sus propiedades estéticas que simulan eficazmente el brillo de la cerámica vidriada. Para resinas acrílicas en emulsión



[F. 06]
Deficiencias (lado este).



[F. 07]
Integración de la deficiencias (lado este).



[F. 08]
Deficiencias (lado oeste).



[F. 09]
Integración de la deficiencias (lado oeste).



[F. 10]
Deficiencias (lado norte).



[F. 11]
Integración de las deficiencias (lado norte).

CONCLUSIONES

En la actualidad, la investigación en soluciones cerámicas en ambientes exteriores ha dado lugar a un amplio abanico de estudios de gran interés[18]. La restauración de la obra *Sin título* de Enzo Cucchi, que tuvo lugar en el marco del curso didáctico de Restauración de la Academia de Bellas Artes de Nápoles, debía abordar en particular el problema de la restauración de la cerámica pública contemporánea. Aquí, la elección de los materiales para realizar los añadidos debía considerar tanto los problemas derivados de la exposición total a los agentes atmosféricos, como los derivados de un contexto en el que los actos de vandalismo son especialmente frecuentes. Como resultado, se desarrolló una solución

acuosa ver: Borgioli, Leonardo, *Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra*, il Prato, Padova, 2002, pp. 27-35.

[15]
Araldite AW106 con endurecedor HV953U es un sistema epoxi basado en bisfenol A y poliaminoamida modificada con amina que tiene alta estabilidad, baja contracción y buena transparencia después del curado. En el campo de la restauración se utiliza básicamente como adhesivo, pero aquí se ha intentado crear una película protectora transparente capaz de resistir la intemperie, *ibidem*, pp. 17-26.

[16]
Araldite 2020 es un sistema epoxi a base de Bisfenol A - epiclorhidrina de baja viscosidad, muy transparente, especialmente formulado para el pegado de materiales vítreos y cerámicos, así como para realizar integraciones de materiales vítreos. Es una resina muy estable y de fácil aplicación, especialmente eficaz para simular el efecto de la cerámica esmaltada, ver: Davison, Sandra, *Conservation and Restauration of Glass*, Butterworth–Heinemann, Oxford, 2003, pp. 211-215.

[17]
El polímero transparente resistente al rayado (tomado aquí por primera vez en consideración a efectos de integración de materiales cerámicos en exteriores) no es un producto convencionalmente utilizado en el mundo de la restauración, sino que se aplica generalmente como última capa de carrocerías. Dado que es un material que en ningún caso entra en contacto con los materiales originales de la obra de Cucchi, se utilizó por sus características: se puede aplicar tanto a brocha como a pistola; tiene una alta transparencia, una notable resistencia a las atmósferas químicamente agresivas y un comportamiento óptico más que satisfactorio en cuanto a la retención del brillo bajo a la acción de la luz y los rayos ultravioleta.



[F. 12]
Lado sur, después de la restauración.



[F. 13]
Lado este, después de la restauración.



[F. 14]
Lado oeste, después de la restauración.



[F. 15]
Lado norte, después de la restauración.

alternativa a las comúnmente adoptadas en la restauración de cerámica, que requería un sistema particularmente resistente. Por lo tanto, la elección recayó en un "sistema integrador" a base de resina epoxi, colores acrílicos y un protector final que no solo demostró ser particularmente estable sino también estéticamente adecuado [F. 12 - 15]. El estudio obviamente no se da por concluido (también en lo que se refiere al seguimiento) sino que se propone como una primera aportación y punto de partida de reflexión para todos aquellos casos en las mismas condiciones que la obra de Enzo Cucchi.

[18]
La aportación de la jornada de estudio sobre la Conservación de la cerámica al aire libre en el Museo Internacional de la Cerámica de Faenza, celebrada el 10 de junio de 2021, fue de gran interés sobre el tema. Ver: "La conservazione della ceramica all'aperto", 2. giornata di studio, 10 Giugno 2021/editado por Casali, Claudia; Mazzotti, Valentina, in *Faenza: bollettino del Museo internazionale delle ceramiche*, 2021.1. Numero speciale. Edizioni Polistampa, Firenze, 2021.

BIBLIOGRAFÍA

— BONSANTI, Giorgio. *Proposte per una Teoria del restauro dell'arte contemporanea* in *Cosa cambia. Teorie e pratiche del restauro nell'arte contemporanea* (Mundici, Maria Cristina; Rava, Antonio), Skira. Milano, 2013, pp. 123-131.

— BORGIOLI, Leonardo. *Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra*, Il Prato, Padova, 2002.

— BORGIOLI, Leonardo; CREMONESI, Paolo. *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere Policrome*, Il Prato, Saonara (Pd), 2005.

— CAPUANO, Fabrizio; CONTE, Fabrizio; RUSSO Antonella. *La manutenzione delle "Stazioni dell'arte"*, in X Congresso Nazionale IGIIC, *Lo Stato dell'Arte*, Accademia di San Luca, 22-24 noviembre 2012, Nardini Editore, Firenze 2012, pp. 69-76.

— CASALI, Claudia; MAZZOTTI, Valentina. "La conservazione della Ceramica all'aperto", 2. Giornata di studio, 10 giugno 2021, *Faenza: Bollettino del Museo internazionale delle ceramiche*, 2021. 1, numero speciale, Edizioni Polistampa, Firenze, 2021

— CASSESE, Giovanna. *La conservazione dellÐarte pubblica in Italia. Il caso del metrò dellÐarte a Napoli*, Napoli, Arte'm, 2011.

— CORBI, Maria. *Metro Art Napoli, Guide Brevi. Salvator Rosa*, Artigianstampa S.r.l, Napoli, 2020.

— CORBI, Maria. *Le Stazioni dell'Arte di Napoli. Reinventare lo spazio pubblico della quotidianità*, Cassese, Giovanna; Paderni, Marinella, *Oltre il confine. Per un'estetica e una didattica del design del terzo millennio*, Gangemi Roma 2020, pp. 125 - 142.

— DAVISON, Sandra. *Conservation and Restauration of Glass*, Butterworth - Heinemann, Oxford, 2003.

— FABBRI, Bruno; RAVANELLI GUIDOTTI, Carmen. *Il restauro della ceramica*, Nardini Editore, Firenze, 2004.

— NOBILE MINO, Emanuela. *Enzo Cucchi, Ceramica. Una Biografia.* (Bertoni, Franco), Allemandi, Milano, 2010, pp. 33-36.

Biografías

Capone, Alfreda
Es estudiante de tesis del último año del curso en Restauración, que habilita la profesión de restaurador del patrimonio cultural en la Academia de Bellas Artes de Nápoles, y está completando la tesis sobre la restauración de la obra *Sin título* de Enzo Cucchi en la estación Salvator Rosa de Nápoles.

Cappa, Carolina
Archivista audiovisual especializada en preservación fílmica y profesora de medios audiovisuales. Su último trabajo publicado es *Nitrato argentino, una historia del cine de los primeros tiempos*, estudio y rescate de películas supervivientes del período mudo en Argentina, realizado en el Museo del Cine Pablo Ducrós Hicken de Buenos Aires. Desde hace años trabaja en distintos archivos audiovisuales, proyectos de restauración fílmica y universidades de Argentina, Latinoamérica y España. Actualmente es profesora e investigadora en Elías Querejeta Zine Eskola, donde coordinó la Acción de Investigación Film Granell. También es consultora independiente en proyectos de preservación audiovisual.

Cassese, Giovanna
Historiadora de Arte y doctora en Historia y Crítica de las Artes por la PhD Universidad Federico II de Nápoles. Ha publicado monografías, artículos y catálogos científicos sobre artistas y diseñadores. Ha sido comisaria de premios, exposiciones y conferencias nacionales e internacionales sobre historia del arte, coleccionismo, diseño y conservación del patrimonio cultural y diseño. Es catedrática de Historia del Arte Contemporáneo en la Academia de Bellas Artes de Nápoles, que dirigió desde 2007 hasta 2013. Directora de la Academia de L'Aquila (2014) y de la Academia Nacional de Danza (2015). Desde 2016 es presidenta del ISIA de Faenza (Istituti Superiori Industria Artística), y desde 2019 de la Conferencia Nacional de presidentes y directores de los ISIA. Es miembro del CNAM (Consiglio Nazionale Alta Formazione Artistica) del Ministerio de Universidad para el área de Conservación, puesta en valor y protección del patrimonio artístico. Desde 2006 es la responsable científica de la protección y valorización de las Estaciones de Arte de la Línea 1 del Metro de Nápoles. Desde 2013 es coordinadora para el MIUR AFAM de la mesa técnica de las Escuelas de Restauración y del grupo de investigación para la salvaguardia del patrimonio de las academias, sobre las que editó dos volúmenes para el MUR. Abrió y se ocupa de la Gipsoteca de la Academia de Bellas Artes de Nápoles y coordina la Escuela de Restauración.

Corbi, Maria
Historiadora del Arte experta en Arte Contemporáneo (Especialización Universidad Federico II de Nápoles; Historiadora del Arte de Nivel I, Lista Nacional de Profesionales del Patrimonio Cultural, Ministerio Italiano de Cultura). Es autora de ensayos monográficos, contribuciones críticas, artículos, fichas informativas para volúmenes y catálogos científicos y ha participado en congresos y jornadas nacionales e internacionales, tratando temas de historia, conservación y enseñanza del arte contemporáneo, con particular referencia al arte público. Desde 2006 se ocupa del patrimonio artístico de Estaciones de Arte de Nápoles, a cargo de actividades de investigación, conservación y educación para la Compañía de Movilidad Napolitana. 2022, Gerente de Patrimonio Artístico de la ANM; 2022, Gerente técnico-científico de la ANM Acuerdo con la Academia de Bellas Artes de Nápoles para la salvaguardia de las obras de arte del metro de Nápoles; 2016-2022, miembro de la comisión de selección de las ediciones 4 del "Premio Pezzuti de Arte" para artistas menores de 35 (Municipio de Nápoles con ANM y Academia de Bellas Artes). Entre 2017-2022, gerente ANM para el proyecto Art live (Fondos POR), Liceo Vico di Napoli, taller de artista para la creación/documentación de una obra permanente *site-specific*.

Chércoles Asensio, Ruth
Licenciada en Ciencias Químicas y doctora en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Master de Restauración y Rehabilitación de Patrimonio Histórico. Profesora del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid. Miembro del Grupo de Investigación Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio; y responsable de calidad del Laboratorio de Materiales [LabMat].

De los Reyes Félix, Beatriz
Graduada en Historia del Arte. Actualmente profesora asociada del Departamento de Pintura-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid. Miembro del Grupo de Investigación Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio.

De los Reyes Félix, Patricia
Doctora en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) en la especialidad de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Restauradora especializada en pintura de caballete y documento gráfico. Actualmente trabaja como *free lance*.

Freire Santa Cruz, Ramón
Doctor con mención europea en Bellas Artes. Licenciado en Bellas Artes. Director Académico del Máster de Grabado y Diseño Gráfico, Real Casa de la Moneda (UCLM). Miembro del grupo de Investigación Literatura Infantil y Educación Literaria. La imagen impresa en los libros. UCLM-147. Componente del grupo de investigación artística de la UGR-HUM328.

García, María Antonia
Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Entre 2001 y 2005 trabajó realizando una asistencia técnica en el estudio de Técnicas Instrumentales Aplicadas a la Investigación y Documentación del Patrimonio Histórico en el Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE), donde actualmente, desde 2006, es titulada superior en el Área de Investigación y Formación.

Marras, Susanna
Licenciada en Química para la Conservación y la Restauración del Patrimonio Cultural y doctora en Química por la Universidad Ca' Foscari de Venecia. Desde el 2007 ha adquirido experiencia en investigación académica en la Universidad de Venecia participando en proyectos de Patrimonio y de Medio Ambiente. Desde el 2013 trabaja en la Sección de Análisis de Materiales, Área de Investigación y Formación del Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE). Actualmente es también personal de apoyo a la investigación en el Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid.

Martínez Mendoza, José Refugio
Profesor e investigador de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México). Nivel 2 del Sistema Nacional de Investigadores (CONACYT-México) y Premio Nacional de Divulgación Científica. Sus líneas de investigación versan sobre propiedades físicas de materiales, ciencia e ingeniería, historia y enseñanza de las ciencias.

Miraval Gómez, Luis Erick
Artista. Licenciado en Bellas Artes con premio extraordinario de fin de carrera. Máster en Arte, Creación e Investigación de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid. Profesor del Departamento de Dibujo de la Facultad de Bellas Artes de la UCM. Miembro del Grupo de Investigación UCM-930034.

Montero Redondo, Silvia
Conservadora-restauradora de Bienes Culturales del Museo Centro de Arte Reina Sofía, en el Departamento de Restauración, responsable de las Artes Performativas y Artes Decorativas. Diplomada en Conservación y Restauración de Pintura por la ESCRBC de Madrid, y especializada en Textiles históricos por el IPHE y CIETA. Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en Europa, por la ESCRBC de Madrid. Licenciada en Geografía e Historia, con la especialidad en Historia del Arte por la UAM.

Nieto Villena, Alejandra
Doctorado internacional en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la Universitat Politècnica de València; premio extraordinario de tesis doctoral. Profesora e investigadora en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México), su investigación se centra en el análisis fisicoquímico de procesos fotográficos históricos. Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores (CONACYT- México).

Nogueira, Andreia
Doctora en Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural por la Universidade NOVA de Lisboa. Actualmente participa del pionero trabajo crítico y reflexivo en torno al significado y la importancia de nuestro patrimonio cultural contemporáneo (música y artes visuales) así como a la relación entre el desarrollo sostenible y la conservación creativa. Dirige el proyecto postdoctoral ARTinBetween: Bridging the Gap for the Long-Term Sustainability of Multimedia Artworks in between Music and the Visual Arts (2021-2024), financiado por la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) y que forma parte del Technology, Restoration, and Arts Enhancement Center (Techn&Art).

Pérez Estébanez, Marta
Doctora en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 2013 trabaja en el análisis de materiales de Patrimonio Cultural, tarea que ha realizado en distintas instituciones internacionales como el Instituto de Mecánica Teórica y Aplicada de la Academia checa de Ciencias y el Instituto de Investigaciones sobre Patrimonio Cultural de la Universidad de San Martín en Argentina. Desde 2018 es investigadora del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la UCM y miembro del Grupo de Investigación Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio.

Pérez González, Carmen
Doctora en Bellas Artes licenciada en Restauración, Pintura y Escultura. Profesora y directora del Departamento de Dibujo y Grabado y directora del grupo de Investigación Dibujo y Conocimiento UCM-930034.

Plaza Beltrán, Marta
Doctora en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid. Profesora titular en el Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM). Directora de los proyectos de investigación PID2020-114271GB-I00 y HAR2017-82894-P financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

San Andrés, Margarita
Catedrática del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Directora del grupo de Investigación Técnicas de Documentación, Conservación y Restauración del Patrimonio y del Laboratorio de Materiales [LabMat], y actual vicerrectora de Investigación y Transferencia. Posee más de treinta años de experiencia en la aplicación de métodos científicos en el estudio del Patrimonio Cultural. Su actividad investigadora se centra en el análisis de materiales pictóricos mediante el uso de técnicas micro-destructivas y no destructivas.

Solbes García, Álvaro
Licenciado en Historia del Arte por la Universitat de València y maestro en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la Universitat Politècnica de València. Doctor en Ingeniería y Ciencia de Materiales por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Mexico. Profesor e investigador especializado en caracterización de materiales, realiza proyectos para la conservación de arte contemporáneo y sobre métodos alternativos de limpieza para pinturas sintéticas.

Titomanlio, Manlio
Restaurador graduado de la Escuela de Restauración de Mosaicos, en la Superintendencia de Patrimonio Ambiental y Arquitectónico de Rávena, rama de la Escuela de Restauración en el Opificio delle Pietre Dure en Florencia. Graduado en Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural en la Facultad de Letras del Instituto Suor Orsola Benincasa de Nápoles. Especializado en la restauración de mosaicos y materiales pétreos. Desde 1994 trabaja en el campo de la restauración de patrimonio de interés histórico, artístico y arqueológico. Es profesor de Restauraciónón de la Decoración en la Academia de Bellas Arte de Nápoles desde el 2013. En 2021-22 también fue profesor del curso de técnicas de Mosaico en el Instituto Central de Restauración con sede en Matera.

Valcárcel Andrés, Juan Cayetano
Doctor por la Universitat Politècnica de València (UPV) en el programa de doctorado Ciencia y Restauración del Patrimonio Histórico-Artístico. Imparte docencia como profesor titular en el Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la UPV. Sus investigaciones se han centrado principalmente en el campo de la documentación y estudio científico de los Bienes Culturales.

PRESIDENTE DEL MUSEO NACIONAL
CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA

Ministro de Cultura y Deporte
Miquel Iceta i Llorens

DIRECTOR DEL MUSEO
Manuel Borja-Villel

REAL PATRONATO

Presidencia de Honor
SS. MM. los Reyes de España

Presidenta
Ángeles González-Sinde Reig

Vicepresidenta
Beatriz Corredor Sierra

Vocales Natos

Víctor Francos Díaz
Secretario General de Cultura

Eduardo Fernández Palomares
Subsecretario de Cultura y Deporte

María José Gualda Romero
Secretaria de Estado de Presupuestos y Gastos

Isaac Sastre de Diego
Director General de Bellas Artes

Manuel Borja-Villel
Director del Museo

Julián González Cid
Subdirector Gerente del Museo

Marcos Ortuño Soto
Consejero de Presidencia, Turismo, Cultura y Educación de la Región de Murcia

Pedro Uruñuela Nájera
Consejero de Educación y Cultura de La Rioja

Raquel Tamarit Iranzo
Consellera de Educación, Cultura y Deporte de la Comunidad Valenciana

Pilar Lladó Arburúa
Presidenta de la Fundación Amigos del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía

Vocales Designados
Pedro Argüelles Salaverría
Juan-Miguel Hernández León
Carlos Lamela de Vargas
Isabelle Le Galo Flores
Rafael Mateu de Ros
Ute Meta Bauer
María Eugenia Rodríguez Palop
Ana María Pilar Vallés Blasco
Ana Patricia Botín-Sanz de Sautuola O'Shea
(Banco Santander)
Ignacio Garralda Ruiz de Velasco
(Fundación Mutua Madrileña)
Antonio Huertas Mejías
(FUNDACIÓN MAPFRE)
Marta Ortega Pérez
(Inditex)

Patronos de Honor
Pilar Citoler Carilla
Guillermo de la Dehesa
Óscar Fanjul Martín
Ricardo Martí Fluxá
Claude Ruiz Picasso
Carlos Solchaga Catalán

Secretaria del Real Patronato
Guadalupe Herranz Escudero

COMITÉ ASESOR
Zdenka Badovinac
Selina Blasco
Bernard Blistène
Fernando Castro Flórez
María de Corral
Christophe Cherix
Marta Gili

MUSEO NACIONAL
CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA

Director
Manuel Borja-Villel

Subdirectora Artística
Mabel Tapia

Subdirector Gerente
Julián González Cid

GABINETE DE DIRECCIÓN

Jefa de Gabinete
Nicola Wohlfarth

Jefa de Prensa
Concha Iglesias

Jefe de Protocolo
Diego Escámez

EXPOSICIONES

Jefa del Área de Exposiciones
Teresa Velázquez

Coordinadora General de Exposiciones
Beatriz Velázquez

COLECCIONES

Jefa del Área de Colecciones
Rosario Peiró

Jefe de Restauración
Jorge García

Jefa de Registro de Obras
María Aránzazu Borraz de Pedro

ACTIVIDADES EDITORIALES

Jefa de Actividades Editoriales y Proyectos digitales
Alicia Pinteño Granado

Responsable de Proyectos digitales
Olga Sevillano

ACTIVIDADES PÚBLICAS

Director de Actividades Públicas
Germán Labrador Méndez

Jefe de Actividades Culturales y Audiovisuales
Chema González

Jefa de Biblioteca y Centro de Documentación
Isabel Bordes

Jefa del Área de Educación
María Acaso

SUBDIRECCIÓN DE GERENCIA

Jefa de la Unidad de Apoyo a Gerencia
Guadalupe Herranz Escudero

Jefa del Área de Desarrollo Estratégico, Comercial y Públicos
Paloma Flórez Plaza

Jefa del Área de Recursos Humanos
María Esperanza Zarauz Palma

Jefe del Área de Seguridad
Luis Barrios

Jefa del Área de Informática
Sara Horganero

FUNDACIÓN MAPFRE

Presidente de Fundación MAPFRE y Patronato
Antonio Huertas Mejías

Vicepresidente de Fundación MAPFRE y Patronato
Ignacio Baeza Gómez

Director General de Fundación MAPFRE
Julio Domingo Souto

Directora del Área de Cultura
Nadia Arroyo Arce

Responsable de Exposiciones
María Martínez Cid

Conservadora Jefe de Artes Plásticas
Casilda Ybarra Satrustegúi

Conservador de Fotografía
Carlos Gollonet Carnicero

Responsable de Difusión y Públicos
Ignacio González Casasnovas

MUSEO NACIONAL
CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA

DEPARTAMENTO
DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN
Y DEPARTAMENTO
DE ACTIVIDADES EDITORIALES

Coordinación editorial
Mayte Ortega Gallego
Luis Medina

Diseño, maquetación
y producción editorial
Julio López

Corrección de textos
Luis Medina
Ángel Serrano
Tess Rankin (Inglés)

© De esta edición, Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, Madrid, 2022
© De los textos, sus autores
© De las imágenes fotográficas y reproducciones de obras, sus autores

Créditos fotográficos
© Eugenio Granell, VEGAP, Madrid, 2023

Joaquín Cortés y Román Lores,
imagen de cubierta

No habiendo podido identificar algunas de las fuentes de algunos documentos, rogamos a sus autores que nos disculpen.
Derechos reservados para los créditos fotográficos.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado
http://cpage.mpr.gob.es

Se han editado 100 ejemplares en impresión digital en los talleres de erasOnze Artes Gráficas, Getafe, Madrid

Imagen de cubierta: *Computadora de desguace sensible al tacto humano* (1969) Lugán (Luis García Núñez).

NIPO: 828-22-012-X
e-NIPO: 828-22-013-5
D. L.: M-29916-2023



Con el patrocinio de:

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTE

Fundación MAPFRE