



DEPARTAMENTO DE  
CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

# Conservación de Arte Contemporáneo

14<sup>a</sup> Jornada

MUSEO NACIONAL  
CENTRO DE ARTE  
REINA SOFIA



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

# Conservación de Arte Contemporáneo 14<sup>a</sup> Jornada

Febrero 2013



# Estudio material y tratamiento de una pintura acrílica contemporánea del pintor António Charrua con contaminación por microorganismos

ANA BRITO / PATRICIA MOREIRA / ANA SILVIA ROCHA / ANA RAQUEL MADUREIRA / ANA CALVO / MANUELA PINTADO

En este texto se aborda el problema de una pintura en forma de tríptico, acrílico sobre lienzo, de 1992, del artista António Charrua, la cual presentaba contaminación por hongos que habían atacado la superficie heterogéneamente. Se estudiaron las características materiales de la obra y la naturaleza de los microorganismos para comprender mejor las causas del desarrollo de los hongos. A través de las pruebas realizadas y de los resultados, se propuso un tratamiento de conservación para la pintura y se verificó su eficacia.

## INTRODUCCIÓN

António Charrua es un artista portugués que nació en Lisboa en 1925 y murió en Évora en 2008. Realizó su primera exposición en 1953 en Oporto, y, desde entonces, expuso con regularidad, trabajando en varias áreas, como el dibujo, el grabado, la cerámica y la escultura, además de la pintura.

Normalmente pintaba con la técnica del óleo, pero en la década de los 90 empezó a utilizar emulsiones acrílicas<sup>[1]</sup>, como es el caso de esta pintura de 1992, un tríptico sobre lienzo, con unas dimensiones totales de 1,195 m de altura y 2,720 m de ancho, formado por tres lienzos de 1,195 x 0,95 m cada uno. Sus composiciones son abstracciones puras con elementos gestuales, en la tradición de la abstracción lírica del expresionismo abstracto, y la pintura en estudio se estructura en planos de color monocromáticos de rojo, negro y amarillo con toques de azul y blanco.

Los estratos pictóricos fueron atacados por hongos y no existía información sobre la técnica empleada, por lo que fue importante el estudio material y técnico, así como el aislamiento y la identificación de los hongos responsables del daño, con el fin de entender las causas de la contaminación y poder establecer criterios de intervención adecuados para el tratamiento de la obra [F. 01].

## MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento seguido se describe a continuación:

1. Observación directa de las superficies pictóricas con lámpara de Wood para estudiar la fluorescencia de UV; microscopio manual digital (Dino-Lite - microscopio digital Pro AM - 413ZT 1,3 megapíxeles) para apreciar la morfología; y luz transmitida para evaluar la técnica, la distribución y la opacidad de las pinturas. Los estudios fueron acompañados por la captura de imágenes a través de la cámara Nikon D 3100 equipada con una lente de 18-55 mm y un microscopio digital.
2. Estudio técnico y material llevado a cabo a través de siete muestras, tomadas principalmente en los bordes de la pintura, que permitieron obtener la mayor cantidad posible de información. Las muestras fueron enviadas al laboratorio de *ArtLab*, que llevó a cabo las siguientes pruebas: observación de la sección transversal con un microscopio óptico utilizando luz incidente y transmitida, y microscopía óptica de fluorescencia. La medición del espesor de cada capa de color se llevó a cabo con un micrómetro, con una lente objetivo de 10X / 0,25. El estudio de los materiales orgánicos se realizó por cromatografía de gases - espectrometría de masas (GC-MS), seguido de espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), y con reflectancia total atenuada (ATR-FTIR). Se llevaron a cabo tinciones microquímicas específicas para localizar los materiales proteicos, con negro amido 10B y fucsina ácida. La identificación de pigmentos se obtuvo por microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido con espectroscopía de rayos X asociada (SEM-EDX).
3. Selección de diferentes áreas de muestreo, con el objetivo de aislar e identificar las especies de microorganismos responsables de la visible contaminación. Se seleccionaron dieciséis zonas de muestreo, comprendiendo todos los diferentes colores y mezclas de los mismos de la superficie pictórica. Todo el material utilizado fue esterilizado para evitar contaminaciones ambientales en las muestras recogidas. Los lugares de muestro reflejan la presencia visible de colonias fúngicas. Las muestras fueron tomadas esencialmente de la superficie pictórica. Para cada zona fue utilizada la técnica de muestreo biológico con hisopos mojados en agua. Para aislar las cepas se seleccionó el medio Potato Dextrose Agar (PDA), un medio sólido que es específico para el crecimiento de

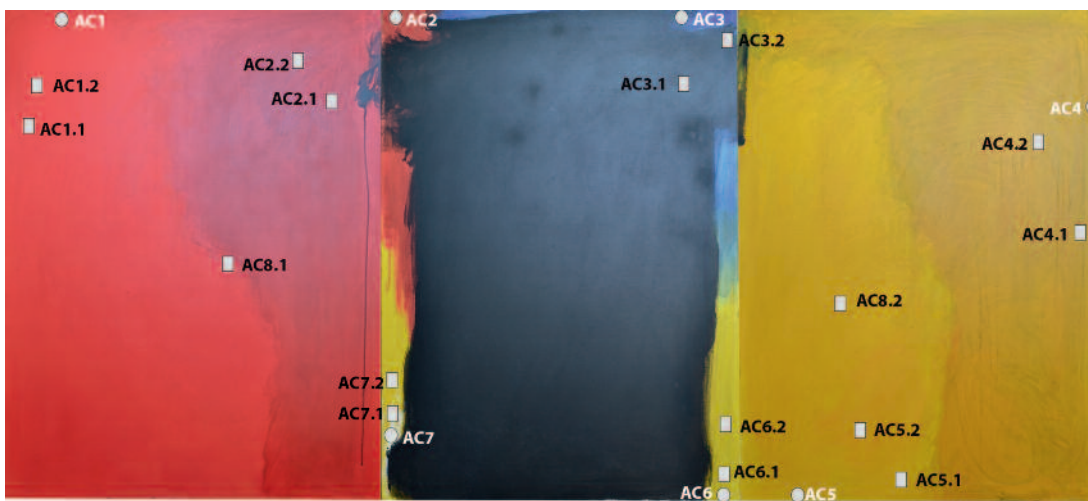
[1]

M. M. V. Freire, 2001.



**[F. 01]**

António Charrua.  
*Triptico sin título*, 1992.  
 Acrílico sobre lienzo,  
 1,195 m x 2,720 m.  
 Colección particular.



**[F. 02]**

Mapa de situación  
 de los puntos de toma  
 de muestras para el estudio  
 técnico y material, y zonas  
 de muestreo biológico  
 en la obra.

hongos. No se utilizó un medio de contaje común para crecimiento de bacterias, pues no se pretendía aislar bacterias, aunque estas estuviesen presentes. De los hisopos en agua se extendió 100 µl de solución de muestreo en las placas. En todos los casos la temperatura de crecimiento usada fue de 30 °C. Todas las placas fueron sucesivamente cultivadas en PDA para el análisis de las características morfológicas macroscópicas de los hongos y subsiguiente comparación. Se ha realizado SEM para observar mejor las interacciones entre los hongos y los materiales. Las muestras retiradas de zonas con contaminación visible fueron metalizadas con oro, con Sputter coater (Polaron), y visualizadas en un microscopio electrónico de barrido JSM 5600LV (JEOL).

4. Realización de pruebas para eliminar la biomasa de hongos en las zonas periféricas de la pintura: limpieza en seco con un bisturí y con disolventes, usando agua destilada, ligroína e isooctano. Para la desinfección se llevaron a cabo pruebas de resistencia de la superficie a ortofenilfenol en etanol al 5%, a pesar de que no se aplicó directamente a la superficie durante el tratamiento. Con el objetivo de controlar la eficacia de la descontaminación efectuada se tomaron muestras de tres zonas que contenían gran contaminación visible, tanto con hisopo mojado con agua como con hisopo seco. Las muestras (100 µl de solución de muestreo y el hisopo) fueron inoculadas

en 5 ml de Czapex Dox Liquid Medium (Oxoid). Los tubos fueran incubados a 30 °C durante cuatro semanas y observados para evaluar el crecimiento de hongos o turbidez.

5. Solicitud de información a la familia del artista sobre los materiales presentes en el estudio del artista en Évora, y entrevista a los propietarios acerca de la historia de la obra [F. 02].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN





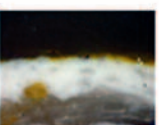


El aglutinante se estudió solo en las capas de color, a partir de las micromuestras de pintura obtenidas. Los resultados de GC-MS fueron negativos en relación a la presencia de un aceite secante. A continuación se utilizó FTIR, una parte con extracciones con acetona pura y otra por ATR. Las extracciones en acetona pura indicaban claramente que el material extraído era básicamente un acrílico, lo que correspondía con las pinturas de emulsión acrílica. El FTIR-ATR identificó la presencia de una proteína adhesiva en la muestra de color amarillo oscuro, lo que obligó al estudio de otras zonas con pruebas microquímicas, tinciones selectivas con Negro Amido 10 y fucsina ácida. Los resultados fueron totalmente positivos en cuatro muestras y parcialmente positivas en las muestras n.º 2 y 6. De manera muy evidente había algunas zonas de la pintura en las que quedaban restos de materiales proteicos, mientras que en otras no los había. Este hecho es frecuente cuando un material proteínico ha sido aplicado a la pintura como adhesivo de fijación o como adhesivo para la protección superficial, y después no ha sido retirado totalmente, de ahí que se pensara en esta hipótesis como válida, aunque lógicamente no se podían descartar otras alternativas que respondieran a singularidades de la historia material de esta pintura. Cuando se preguntó a los propietarios de la obra, se descartó esta posibilidad, ya que la obra se había adquirido directamente al artista y nunca se le había realizado una intervención de conservación o restauración. El tríptico es de 1992, y la adquisición se produjo alrededor del año 2000. Por lo tanto, hay que concluir que el adhesivo fue aplicado por el artista durante o posteriormente a su creación, pero siempre después de que la capa de pintura estuviera seca.

El soporte de lienzo tiene una estructura en tafetán de producción industrial, cubierta por una preparación blanca compuesta por blanco de titanio mezclado con carbonato de calcio y silicatos.

La pintura de color rojo fue ejecutada con pigmento rojo de cadmio, aplicado con brocha con movimientos largos, siendo visibles las marcas del pelo a la izquierda en la capa pictórica y confirmados por la luz transmitida (el proceso de aplicación de la pintura se repite en casi todo el tríptico). En el lado derecho hay una segunda capa del mismo color, pero ligeramente más oscuro, obtenido mediante la mezcla de negro de carbono. Esta capa es más brillante, más plana y menos opaca, lo que podría sugerir la adición de un aglutinante distinto de la primera, aunque las pruebas de laboratorio no revelaron ninguna diferencia en su naturaleza [Tabla 01].

La composición del color amarillo es similar a la del color rojo, ya que tiene un tono más claro seguido de un tono más oscuro, sin embargo, no se llevó a cabo de la misma manera, pues se mezcló al color amarillo de cadmio, ocre naranja y blanco de zinc para conseguir el tono más claro, y tierras para la sombra más oscura. Este último es incluso más brillante y más suave que el primero, pero la superficie no alcanza el nivel de saturación y la suavidad del rojo más oscuro.

El lienzo central tiene mayor número de colores, pero está en gran parte ocupado por un color negro realizado mediante la mezcla de negro de hueso y negro de carbón con una pequeña cantidad de amarillo cadmio. Tiene pequeñas zonas de color, como azul, que corresponde al azul cobalto, y amarillo, que sigue con presencia de amarillo cadmio, blanco de zinc y azul cobalto; al otro lado del negro, el amarillo, que contiene la misma presencia de blanco titanio y zinc. La pincelada blanca situada en esta zona (parte

Imagen al microscopio óptico	Color	Espesor $\mu\text{m}$	Pigmentos/cargas	Observaciones
 AC1	3 – Traslúcido 2 – Rojo 1 – Blanco	<5 65 100	3 – ----- 2 – Rojo de cadmio, blanco de bario, carbonato de cálcico (b.p.) 3 – Carbonato de cálcico, blanco de titanio, silicatos (m.b.p.)	3 – Barniz 2 – Capa de pintura 1 – Preparación
 AC2	3 – Traslúcido 2 – Rojo 1 – Blanco	<5 25 100	3 – ----- 2 – Rojo de cadmio, blanco de bario, carbonato de cálcico (b.p.) 3 – Carbonato de cálcico, blanco de titanio, silicatos (m.b.p.)	3 – Barniz 2 – Capa de pintura 1 – Preparación
 AC3	4 – Traslúcido 3 – Negro 2 – Azul 1 – Blanco	<5 40 15 100	4 – ----- 3 – Negro de huesos, negro de carbón, blanco de bario (m.b.p.), amarillo de cadmio 2 – Azul de cobalto, carbonato de calcio (m.b.p.), blanco de titanio (m.b.p.) 1 – Carbonato cálcico, blanco de titanio	4 – Barniz 3 – Capa de pintura 2 – Capa de pintura 1 – Preparación
 AC4	3 – Traslúcido 2 – Amarillo 1 – Blanco	<5 15 100	3 – ----- 2 – Amarillo de cadmio, carbonato de cálcico, blanco de titanio (b.p.), blanco de bario (b.p.), tierra de sombra (m.b.p.) 3 – Carbonato de cálcico, blanco de titanio, silicatos (m.b.p.)	3 – Barniz 2 – Capa de pintura 1 – Preparación
 AC5	3 – Traslúcido 2 – Amarillo 1 – Blanco	<5 15 60	3 – ----- 2 – Amarillo de cadmio, blanco de titanio (m.b.p.), blanco de bario (m.b.p.), blanco de cinc (m.b.p.) tierras (m.b.p.) 3 – Carbonato cálcico, blanco de titanio, silicatos (m.b.p.)	3 – Barniz 2 – Capa de pintura 1 – Preparación
 AC6	2 – Amarillo 1 – Blanco	15 100	2 – Amarillo de cadmio, carbonato de cálcico (m.b.p.), blanco de bario (m.b.p.), blanco de cinc (m.b.p.), azul cobalto (m.b.p.) 1 – Carbonato cálcico, blanco de titanio, silicatos (m.b.p.)	2 – Capa de pintura 1 – Preparación
 AC7	3 – Blanco 2 – Amarillo 1 – Blanco	35 10 120	3 – Blanco de titanio, carbonato cálcico, silicatos 2 – Amarillo de cadmio, blanco de bario (m.b.p.), blanco de cinc (m.b.p.), blanco de titanio (m.b.p.), silicatos (m.b.p.) 1 – Carbonato cálcico, blanco de titanio, silicatos (m.b.p.)	3 – Capa de pintura 2 – Capa de pintura 1 – Preparación

[Tabla 01] Resultados de las micro muestras.

inferior izquierda) se corresponde con blanco de titanio. Están presentes pigmentos con características fungicidas, en particular los pigmentos de cadmio y zinc, sin embargo, no existe una relación directa entre su presencia y la menor cantidad de hongos en la superficie. Con excepción de los colores blanco y negro, los otros colores se aplicaron fluidos, formando estratos de poco espesor, aunque la pintura presenta un fuerte contraste cromático debido a la opacidad de los pigmentos, especialmente el cadmio.

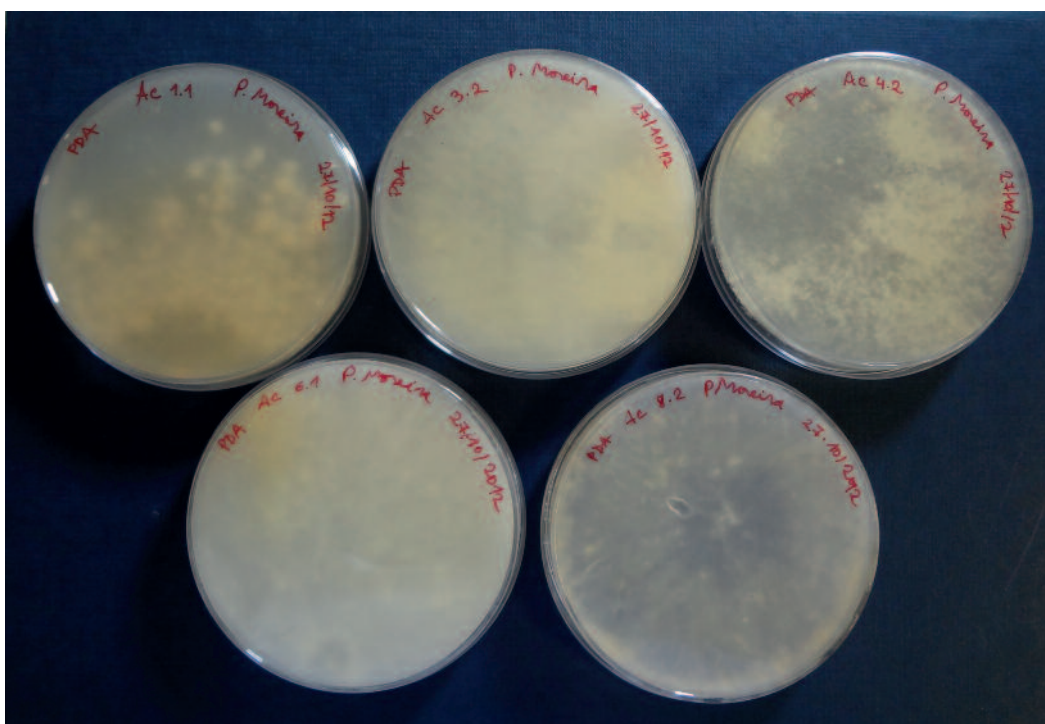
Relativamente a las marcas y gamas utilizadas en la pintura, en el taller de António Charrua permanecen almacenados los tubos de pintura acrílica: Liquitex, gama de colores de artista (línea profesional), Talens de la gama Amsterdam (estudiante en línea), Rembrandt (línea profesional) y Daler-Rowney de la gama Cryla Artists' Acrylic (línea profesional). Probablemente tenía la costumbre de mezclar diferentes marcas y gamas en la misma pintura. Las fotografías de Manuel Ribeiro documentan el espacio de trabajo de António Charrua en el catálogo de la exposición de Évora<sup>[2]</sup>, y muestran los diferentes tubos y frascos mezclados con los pinceles y las paletas.

Mediante observación directa se pudo ver que en el centro superior del lienzo central, António Charrua aplicó barniz en espray, sin embargo, había otras áreas con barniz, como se pudo ver en las secciones estratigráficas con MO iluminado por luz UV. En general no parece que buscara una película homogénea, ya que la película, además de ser delgada, no es continua y no cubre toda la amplitud del tríptico, ya que había dos muestras en las que no se ha reconocido su presencia. Su naturaleza no fue identificada. La observación de la superficie con una lámpara de Wood no mostró la fluorescencia característica del barniz de resina natural, aunque es posible que se tratase de un material sintético compatible con la pintura acrílica.

En un primer análisis de la contaminación biológica, las colonias presentaban un aspecto reseco y envejecido. La obra tenía un nivel de contaminación muy grande, pero las colonias eran pequeñas y no presentaban esporas observables a simple vista. El nivel, muy homogéneo, de contaminación era acorde al concepto de inoculación por mano humana, aunque no hubiera esporas, posiblemente por limpiezas con paños mojados con arrastre de hifas por la superficie de la obra. En la [F. 03] se observa el número de aislamientos obtenidos en el cuadro. Como era de esperar por el aspecto antiguo de las colonias, no fue posible obtener un gran número de aislados fúngicos. Solamente se obtuvieron seis colonias de hongos diferentes. Después de compararlas macro y microscópicamente, no fue posible determinar su género, sin embargo, hay que hacer notar que ningún aislamiento se repetía en todas las muestras, lo que contribuye a la hipótesis de que no fue posible obtener todas las cepas presentes en la superficie pictórica. Fueron aislados hongos del área de color rojo, negro, azul y amarillo. Además, es posible que, como existía mezcla de colores y, por tanto, diversas condiciones de textura en la superficie, y los pigmentos y colores tenían diferentes características antihongos, distintas cepas de hongos se desarrollasen en diferentes áreas de la obra. Asimismo, la limpieza del cuadro pudo alterar toda la ecología de las comunidades de microorganismos que se establecerían naturalmente con el tiempo. Los hongos aislados tienen características que se parecen a las colonias en la obra, blancas o amarillas, pequeñas (en placa con crecimiento lento) y sin producción de esporas. Estos aislamientos todavía no están identificados. Se ha obtenido su DNA y se está haciendo la identificación por biología molecular, aunque todavía no contamos con resultados que presentar. En la [F. 03] también se puede observar que el aspecto de los hongos es muy parecido, pero hay diferencias en la velocidad de crecimiento, la presencia de hifas aéreas, y la pigmentación de la colonia. Además, cuando los hongos aislados se han dejado a temperatura ambiente durante 30 días simulando envejecimiento, las hifas adquirirían un color más próximo al de las colonias en el cuadro y liberaron pigmentos (melaninas) en el medio de cultivo. Las muestras destinadas a microscopía electrónica de barrido (SEM) fueron recubiertas con oro para una mejor resolución de las estructuras biológicas que no habían sido determinadas. Podemos observar el aspecto de la colonia en la superficie de una muestra del área de color rojo en la [F. 04]. Las zonas más lisas y compactas son biológicas, pero no se aprecian detalles

[2]

M. M. V. Freire, 2001.



[F.03]

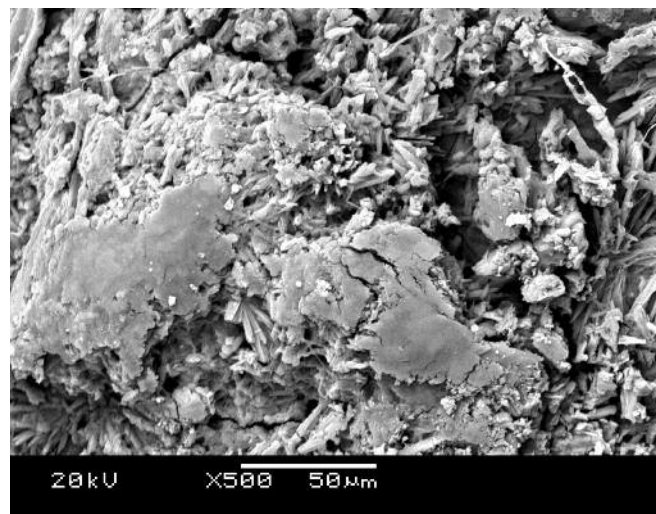
[F.03]

Aislamientos obtenidos.

[F.04]

Aspecto de la colonia en la superficie de una muestra del área de color rojo.

de hifas particularizadas. La presencia de cristales, que convierten la superficie en muy irregular y por tanto muy adecuada para el crecimiento de hongos, queda por explicar. Con más resolución y más ampliación se pudieron apreciar perfectamente hifas particularizadas que crecían en profundidad, y la superficie se veía muy irregular. Esto resulta importante para establecer una relación entre la técnica y los materiales, y el crecimiento de los hongos. Está claro que la diferencia de superficies (rugosas y lisas) en el cuadro podría haber sido usada por las cepas de hongos como soporte y colectores de polvo, que contienen nutrientes para su crecimiento. También se contempla la posibilidad de que los colores, aunque con presencia de compuestos antihongos en su composición, contuvieran en su formulación materias primas que podrían haber servido de base nutricional complementaria al hongo [F.07-08].



[F.04]

## ESTUDIO DE LA SUPERFICIE PICTÓRICA Y SU RELACIÓN CON LA PRESENCIA DE HONGOS

Como se ha descrito, la superficie cromática del tríptico era heterogénea, característica que se relaciona con el estado físico de la materia pictórica al ser aplicada por el artista, más diluida o más empastada, con mayor o menor cantidad de aglutinante, y también como resultado de la acción de los pinceles y brochas en la capa pictórica. Otro factor importante lo constituye la textura de la tela, lo que se aprecia

mejor en las capas delgadas, que facilita la unión de las partículas en los puntos de la superficie cóncava. Sin embargo, cuando estudiamos la película pictórica con el microscopio manual y digital de superficie, vimos que había otras diferencias importantes que se pueden distinguir en tres tipos: superficie completamente lisa, la cual solo está presente en la zona más oscura del color rojo y en el azul cobalto cuando es puro; superficies con “micro cráteres” bien definidos, presentes en casi todos los colores; y superficies con “micro cráteres” y la percepción de porosidad de la capa pictórica, visible en el lienzo negro central.

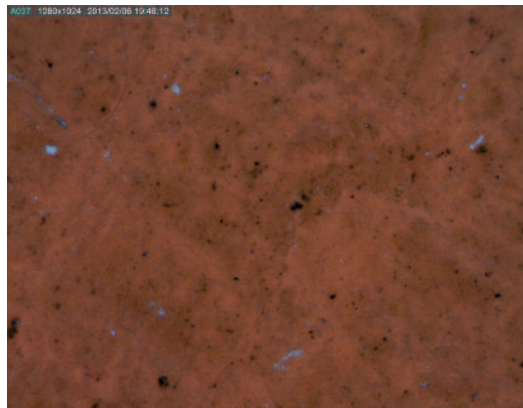
Los “micro cráteres” resultan de las burbujas de aire que se forman en presencia de tensoactivos en las emulsiones acrílicas durante la realización de la pintura. Los tensoactivos son responsables de las partes sólidas de la unión con la red con agitación intensa. Aunque también se pueden haber añadido sustancias responsables de minimizar la formación de burbujas de aire<sup>[3]</sup>, que aparecen y permanecen en el tubo, y que durante la aplicación del color, y con el tiempo, dejan espacios vacíos en el proceso de secado, formando una película porosa. Esta película porosa también se observó por microscopía electrónica de barrido. Según Tumosa y Mecklenburg<sup>[4]</sup>, la porosidad tiende a aumentar por la evaporación de otros aditivos que componen los colores, por la reducción de la densidad y el volumen de la película pictórica (esto puede ocurrir al cabo de 4 años) [F. 05-08].

Hay diferencias en la saturación y el brillo, más apagado en el negro del lienzo central, disminuyendo en los amarillos y rojos más claros, y casi nada presentes en el rojo oscuro, lo cual sugiere que el secado y el envejecimiento de las capas pictóricas no fueron iguales.

[3]  
T. Learner, 2000.

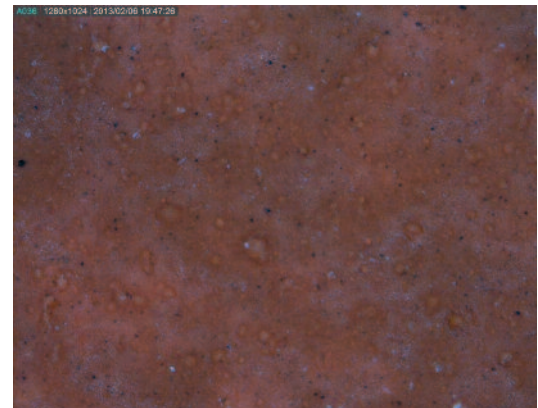
[4]  
C. S. Tumosa y M. F. Mecklenburg, 2003.

[F. 05]  
Capa pictórica lisa, rojo más oscuro (40X).  
© Porto Restauo.



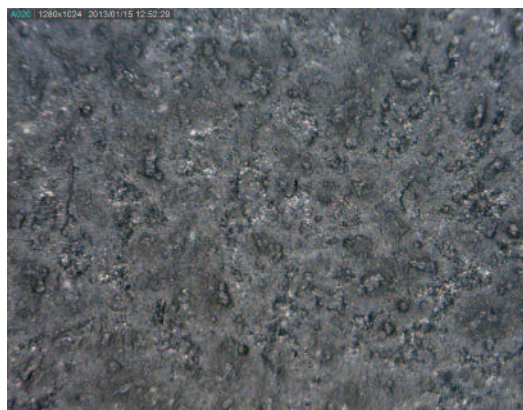
[F. 05]

[F. 06]  
Capa pictórica con “micro cráteres”, rojo más claro (40X).  
© Porto Restauo.



[F. 06]

[F. 07]  
Capa pictórica con “micro cráteres” y porosidad, negro (40X).  
© Porto Restauo.



[F. 07]

[F. 08]  
SEM de una muestra del área de color rojo (más claro) con “micro cráteres”.



[F. 08]

De acuerdo con la literatura, esto resulta de la migración de los agentes tensoactivos a la capa superficial, y el nivel microscópico puede ser determinado por la presencia de cristales pequeños<sup>[5]</sup>. Existen varios factores que interactúan en este movimiento de los tensoactivos: la cantidad y tipo de tensoactivo presente, las características de los pigmentos, la mezcla de copolímeros (es diferente en función de cada fabricante), la Tg del copolímero, la compatibilidad entre el copolímero y el agente tensoactivo, la cantidad de monómeros de ácido presentes, la tensión superficial del sustrato, el porcentaje de película seca, la porosidad de la película una vez seca, la presencia de sales, el pH de los tensoactivos no iónicos, así como los factores externos, como la temperatura y la humedad, entre otros<sup>[6]</sup>. La presencia de los tensoactivos en la capa superficial puede cambiar el brillo y puede disminuir la adherencia del barniz, colaborando en el asentamiento de la suciedad del aire y ayudando al crecimiento de moho en ambientes húmedos.

La pintura ocupa una pared de la sala de estar, en el espacio reservado a la zona de comedor, de una casa de vacaciones en el norte de Portugal, donde el clima se caracteriza por ser muy húmedo. El calentamiento de la casa se realiza por el suelo (suelo radiante), hasta alcanzar temperaturas de unos 22 °C (cerca de la temperatura Tg de las capas pictóricas acrílicas, lo que también favorece la captura de partículas del aire que se adhieren a la pintura). En los primeros días de ocupación de la casa, para ayudar a alcanzar rápidamente los niveles de temperatura, se enciende también la chimenea. El salón cuenta con grandes ventanales con persianas que impiden parcialmente la entrada de luz. Cuando está deshabitada la vivienda, la calefacción se apaga y las temperaturas descienden rápidamente, lo que

[5]

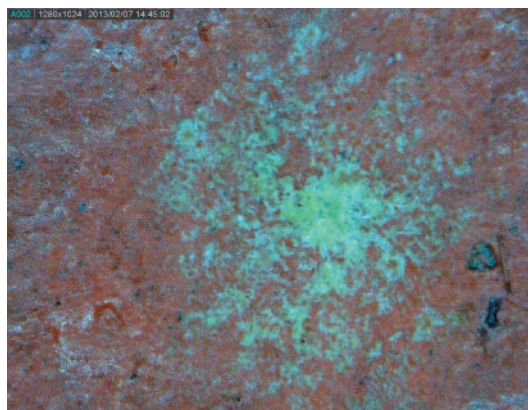
F. Secchi, 2011.

[6]

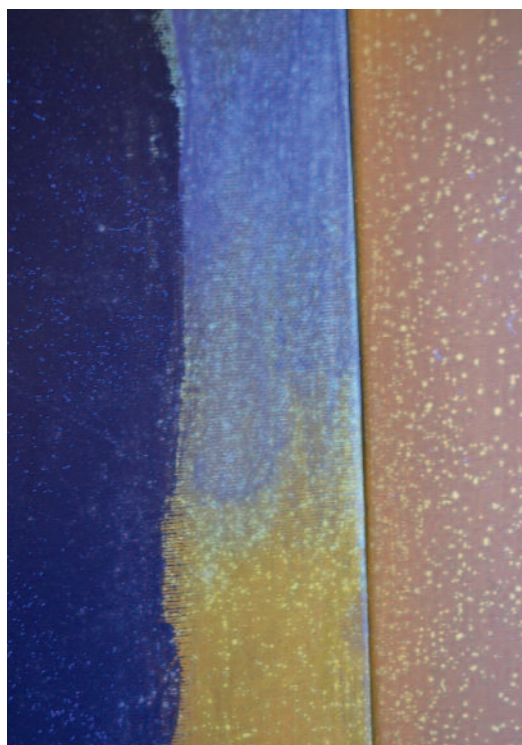
B. Ormsby y T. Learner, 2009.



[F. 09]



[F. 10]



[F. 11]

[F. 09]

Hongos en la capa pictórica roja más clara (200X).

© Porto Restauero.

[F. 10]

Hongos en la capa roja oscura (200X).

© Porto Restauero.

[F. 11]

Fotografía UV de la superficie pictórica con hongos.

© Porto Restauero.

favorece la formación de condensaciones en las superficies, especialmente en el tríptico. La circulación del aire en el área de la sala donde está es probablemente baja, ya que corresponde a un rincón y es la zona más alejada de la puerta que se abre para hacer circular el aire.

Analizados los diversos factores, las razones que justifican la fuerte presencia de hongos están relacionadas con la textura, espesor y porosidad de la superficie pictórica. Donde la capa pictórica es más delgada y se observa mejor la textura del lienzo, la propagación fue muy superior, si lo comparamos con las zonas lisas y/o brillantes (rojo oscuro y azul de cobalto). Queda clara la propensión del polvo a fijarse más en estas áreas, ayudado por la baja Tg de la capa pictórica y por la presencia de los tensoactivos que migraron a la superficie (se caracterizan por ser un material muy higroscópico). Desde el punto de vista microscópico, también es posible establecer una relación directa entre la morfología de la superficie (microburbujas, porosidad y superficie lisa) y la presencia de los hongos, como se puede apreciar en los rojos claros, superficie más mate con “micro cráteres” y en los rojos oscuros, con reducida presencia de hongos en que la biomasa se muestra más compacta. Lo mismo se observa en el negro y en los amarillos, en los que se difunden más o menos en la estructura de la pintura, dependiendo de la superficie. La fotografía UV permitió evidenciar la propagación de los hongos por su fluorescencia [F. 09-11].

## TRATAMIENTO

### Desinfección

La desinfección de la pintura para tratar el desarrollo de hongos fue un paso fundamental en la intervención. Para aumentar la eficacia de la desinfección, esta se realizó antes y después de la limpieza de los hongos. Se llevó a cabo antes para que durante la limpieza no se propagaran las esporas, y al final de la limpieza para garantizar que el resto de la biomasa fúngica, que era imposible de eliminar, no se convirtiera en un nuevo foco para el crecimiento de hongos. El tríptico se desmontó y se colocaron los tres lienzos en bolsas de polietileno con papel secante empapado en orthophenylphenol al 5% en alcohol etílico durante 7 días. El orthophenylphenol fue elegido por su baja toxicidad y su uso frecuente en la pintura de caballete<sup>[7][8]</sup>. La pintura no estaba en contacto directo con el desinfectante. Las hifas penetran en profundidad y no son fácilmente removibles, lo que justifica la desinfección de la obra de esta forma para evitar una nueva contaminación por el crecimiento de hongos de esas hifas. Las muestras retiradas después de la desinfección no han ofrecido en ningún caso crecimiento microbiano (bacterias ni hongos), en Czapek Dox Liquid Medium, lo cual ha corroborado la eficacia de la desinfección [F. 12].

### Limpieza

Después de pruebas con bisturí, *white spirit*, isoctano y agua, se concluyó que el agua es la única forma de eliminar la biomasa de los hongos, como se puede observar en la tabla de las pruebas en el color negro. La observación de la pintura con la luz ultravioleta mostró que el ataque de los hongos era mayor que lo aparentemente observado con luz visible. Pero como el agua elimina los surfactantes y plastificantes presentes en la capa pictórica, la limpieza se realizó solamente en las esporas de hongos visibles [Tabla 02].

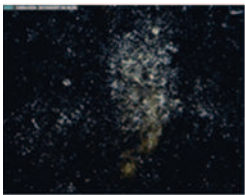
Así, la limpieza de la biomasa fúngica se hizo con agua desmineralizada, pero físicamente no es posible eliminar totalmente las hifas que han penetrado en la estructura de la pintura.

[7]  
F. Ricca, *et al.*, 2010.

[8]  
M. Martinez, *et al.*, 2012.



**[F. 12]**  
Desinfección de la pintura.  
© Porto Restauero.

Pruebas de limpieza de biomasa fúngica en color negro	Antes de la limpieza	Después de la limpieza
Limpieza con isooctano		
Limpieza con agua		

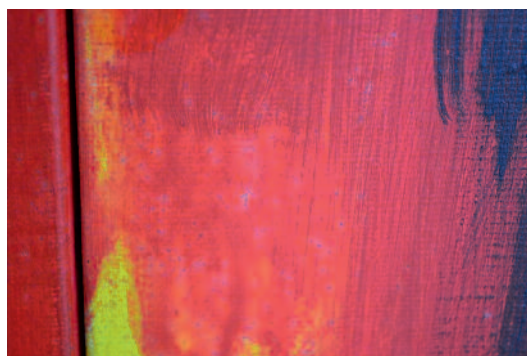
**[Tabla 02]** Pruebas de limpieza de biomasa fúngica en color negro.

Después de la limpieza, se observó que la superficie ya no presentaba las grandes cantidades de biomasa de hongos, pero había pequeñas zonas de biomasa. Las hifas que penetraron en profundidad no fueron removidas, aunque se puede observar que los cristales fueron afectados y estaban más fragmentados. Esto justifica la desinfección de la obra para garantizar que no se produjera una nueva contaminación por crecimiento de hongos de esas hifas. Se realizó una limpieza general con isooctano (que es inocuo para la pintura), para eliminar la suciedad y homogeneizar el aspecto de la superficie.

### [F. 13]

Antes de la reintegración.

© Porto Restauo.

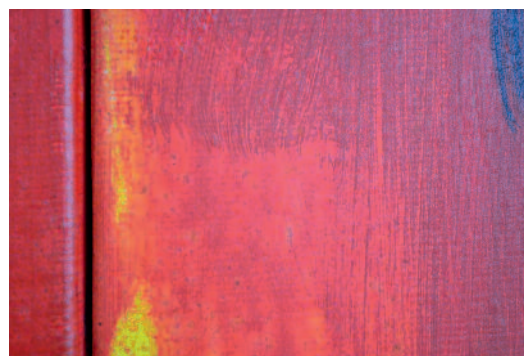


[F.13]

### [F. 14]

Después de la reintegración.

© Porto Restauo.



[F.14]

### Integración de color

Para disminuir el impacto de los restos de biomasa fúngica que persistían en la superficie pictórica se realizó una reintegración muy puntual en tres pequeñas áreas donde el tono blanquecino de la biomasa era muy visible. Se utilizaron pigmentos Kremer, de la misma naturaleza que los utilizados por el artista, aglutinados en Water Resoluble Medium Lascaux<sup>[9]</sup>. Ópticamente el resultado ha sido satisfactorio [F. 13-14].

[9]

S. Sims, *et al.*, 2010.

### Trabajos futuros

Para la identificación de las cepas aisladas se espera la secuenciación de DNA con biología molecular en una región variable del DNA del ribosoma de los hongos, el ITS con los *primers* ITS4 e ITS5. Para la caracterización de cepas no cultivables, se va a realizar la identificación de todas las comunidades de microorganismos de la superficie de la obra, obteniendo el DNA total de los hisopos y haciendo DGGE, una técnica de separación de DNA aislado con base en el mismo ITS.

### AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), por la beca SFRH/BD/69940/2010 y SFRH/BPD/74624/2010 de Ana Brito y Patrícia Moreira, respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- FREIRE, M. M. V. *Charrua, Museu de Évora, setembro – novembro 2001*. Évora: Câmara Municipal de Évora, 2001.
- LEARNER, T. "A Review of Synthetic Binding Media in Twentieth Century Paints". En: *The Conservator*, n.º 24, 2000, p. 98.
- MARTINEZ, M., *et al.* "Estudio de la sensibilidad de cepas fúngicas a biocidas empleados en restauración. Determinación de la concentración mínima inhibitoria". En: *Conservación de Arte Contemporáneo 12º Jornadas*. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía e Grupo Español de Conservación, 2012, pp. 145-148.
- ORMSBY, B. y LEARNER, T. "The Effects of Wet Surface Cleaning Treatments on Acrylic Emulsion Artists' Paints – a Review of Recent Scientific Research". En: *Reviews in Conservation*. Londres: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 10, 2009, pp. 29-41.
- RICCA, F., *et al.* "An Evaluation of Disinfection and Cleaning Methods on PVAc Paintings". En: Laura Fuster- López, *et al.* (ed.). *Cleaning 2010. New Insights into the Cleaning of Paintings*. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2010, pp. 83-84.
- SECCHI, F. "Las pinturas acrílicas en emulsión: problemas de conservación, métodos de limpieza y tratamiento biocida". *Conservación de Arte Contemporáneo 12º Jornadas*. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía y Grupo Español de Conservación, 2011, p. 330.
- SIMS, S., *et al.* "Retouching Media for Acrylic Paintings". En: Rebecca Ellison, Patricia Smithen y Rachel Turnbull (ed.). *Mixing and Retouching. Approaches to Retouching Paintings*. Londres: Arquetype Publications, 2010. pp. 163-169.
- TUMOSA, C. S. y MECLENBURG, M. F. "Weight Changes in Acrylic Emulsion Paints and the Implications for Accelerated Ageing". En: *WAAC Newsletter*, vol. 25, n.º 3, septiembre 2003, p. 12-14. [http://si-pddr.si.edu/jspui/bitstream/10088/10311/1/mci\\_30474.pdf](http://si-pddr.si.edu/jspui/bitstream/10088/10311/1/mci_30474.pdf).

## CURRÍCULUM VÍTAE

---

### ANA BRITO

Máster en Técnicas y Conservación de Pintura por la UCP (Universidade Católica Portuguesa). Graduada en Bellas Artes por la Escuela Superior de Bellas Artes Oporto y en Restauración por la Escuela Superior de Conservación y Restauración. Investigadora del Centro de Investigação em Ciências e Tecnologias das Artes (CITAR) de la Escola das Artes, UCP Porto. En el ámbito de su tesis de doctorado está trabajando sobre la técnica y materiales de las pinturas de Abel Salazar. Además, es fundadora de la empresa Porto Restauo Ltda. [a\\_brito@portorestauo.com](mailto:a_brito@portorestauo.com).

### PATRICIA MOREIRA

Doctora en Biotecnología por la Escola Superior de Biotecnologia (ESB) de la UCP (Universidade Católica Portuguesa). Investigadora en el Centro de Biotecnologia e Química fina (CBQF) y en el Centro de Investigação em Ciências e Tecnologias das Artes (CITAR) de la UCP. Actualmente trabaja en innovación en biotecnología y nanotecnología para su aplicación a la conservación preventiva y conservación-restauración de bienes culturales.

### ANA SILVIA ROCHA

Licenciada en Conservación y Restauración (Pintura), por la UCP (Universidade Católica Portuguesa), posgrado en Conservación de Bienes Culturales – Conservación Preventiva por la UCP. Colaboradora de la empresa Porto Restauo Ltda.

ANA RAQUEL MADUREIRA

Doctora en Biotecnología por la Escola Superior de Biotecnologia de la Universidade Católica Portuguesa (ESB-UCP). Investigadora en el Centro de Biotecnologia y Química Fina (CBQF) en ESB-UCP.

ANA M<sup>a</sup> CALVO

Doctora en Bellas Artes por la Universidad Politécnica de Valencia (España). Profesora titular interina en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid. Miembro de los grupos de investigación TDCRP (Técnicas de Documentación y Conservación–Restauración del Patrimonio) de la Universidad Complutense de Madrid y CITAR (Centro de Investigaçãõ em Ciências e Tecnologias das Artes) de la Escola das Artes, de la Universidade Católica Portuguesa (Oporto).

MANUELA PINTADO

Doctora en Biotecnología por la Escola Superior de Biotecnologia de la Universidade Católica Portuguesa (ESB-UCP). Profesora en el área de Microbiología en la ESB-UCP e investigadora en el Centro de Biotecnologia y Química Fina (CBQF) en ESB-UCP.

**MUSEO NACIONAL  
CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA**

**DEPARTAMENTO  
DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN**

**Coordinación editorial**  
Juan Antonio Sánchez Pérez  
Mayte Ortega Gallego

**DEPARTAMENTO  
DE ACTIVIDADES EDITORIALES**

**Producción y gestión editorial**  
Julio López

**Diseño y maquetación**  
Julio López

**Corrección de textos**  
Gala Lázaro  
Sonsoles Espinós

- © De esta edición, Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, Madrid, 2013.
- © De los textos, sus autores.
- © De las imágenes fotográficas y reproducciones de obras, sus autores
- © Sucesión Pablo Picasso, Madrid, 2013
- © De las reproducciones autorizadas, VEGAP, Madrid, 2013

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 general de publicaciones oficiales  
<http://www.publicacionesoficiales.boe.es>

Se han editado 200 ejemplares en impresión digital en los talleres del BOE.

NIPO: 036-13-042-8  
D. Legal: M-36044-2013



