

NUEVAS EMULSIONES Y MEDIOS AGLUTINANTES PARA PINTURA ARTÍSTICA*

Constancio Collado Jareño** y Amparo Galbis Juan
Departamento de Pintura. Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

En este artículo describimos los estudios y bases metodológicas de la línea de investigación *Nuevos Materiales en la Pintura Artística*. Durante los últimos años hemos trabajado en tres Proyectos de I+D+i, articulando una investigación tecno-pictórica motivada en sus beneficios medioambientales, ecológicos y sanitarios. Nuestros materiales nuevos ofrecen libertad excepcional en el uso del diluyente, proveyendo altos valores plásticos y expresivos. Actualmente tenemos registradas dos patentes de invención que cubren un amplio espectro de contribuciones en la acción procedimental, originando derivaciones estéticas cercanas a los temples grasos y perfeccionando su actuación miscible. Mediante la realización de estas nuevas formulaciones con propiedades anfífilas aportamos a la pintura artística una nueva y eficaz generación de aglutinantes en emulsión. Materiales artísticos que no deben entenderse únicamente como alternativos en lo referido a su salubridad, sino que contienen altas prestaciones procedimentales y abren un sinfín de nuevas posibilidades estético-plásticas.

PALABRAS CLAVE: pintura artística, emulsión aglutinante, inversión de fase, emulgentes sintéticos no iónicos, balance hidrófilo-lipófilo.

ABSTRACT

«New emulsions and binder mediums for artistic painting». In this article we describe the studies and methodological bases of the research line *New Materials in the Artistic Paint*. Over the last years we have worked on three R+D+i Projects, carrying out technical-pictorial research driven by its environmental, ecological and sanitary benefits. Our new materials offer exceptional freedom in the use of the thinner, providing high plastic and expressive values. Currently we have two registered invention patents covering a broad range of contributions to the procedural aspect, giving rise to aesthetic derivations that approximate tempera grassa and improve its performance miscible. Through the embodiment of these new formulations with amphiphilic properties, we provide artistic painting with new and efficient generation emulsions binder. Artistic materials that should not be considered mere alternatives in health terms, rather ones that offer high performances in terms of procedure and open up endless new aesthetic and plastic possibilities.

KEY WORDS: artistic painting emulsion binder, phase inversion, non-ionic synthetic emulsifiers, hydrophile-lipophile balance.



NUEVOS MATERIALES EN LA PINTURA ARTÍSTICA

Desde la Universidad Politécnica de Valencia hemos consolidado en los últimos años una Línea de Investigación centrada en la transformación y actualización de materiales, técnicas, procedimientos, procesos y metodologías específicos de la pintura contemporánea, procurando además disminuir los riesgos derivados de los factores tóxicos ambientales y contaminantes presentes durante la manipulación, así como en los residuos. Mediante la actuación de distintos componentes aglutinantes y emulsivos, hoy disponibles en la industria, hemos viabilizado el desarrollo de nuevos aglutinantes pictóricos que armonizan un óptimo rendimiento tecnológico y estético, satisfaciendo además requerimientos actuales de salud y ecología.

Los artistas plásticos asociamos el término *temple* a la gestión funcional de ciertos materiales con propiedades consolidantes, aglutinadoras, cohesivas y adhesivas. La mayoría de las emulsiones actualmente presentes en el mercado de pintura para artistas (de naturaleza polisacárida, proteica o polimérica de síntesis), suelen caracterizarse por presentar solubilidad acuosa, determinando comportamientos considerablemente lejanos a los procedimientos estrictamente grasos. Por tanto, buscando posibilidades estéticas cercanas a los temples, hemos focalizado el desarrollo de nuevas pinturas artísticas que, sin renunciar a los valores plásticos y expresivos apropiados, hagan posible el empleo alternativo como diluyente y disolvente de agua y elementos óleo-resinosos.

En nuestras adaptaciones teórico-prácticas el tándem *equilibrio-balance* apresa una funcionalidad clave. El equilibrio implica una situación estática, el freno de una tensión, el estado alcanzado cuando las fuerzas encontradas se compensan destruyéndose mutuamente, la disposición proporcional equitativa donde una cosa no supera a otra. Por el contrario, el término balance tiene un sentido muy dinámico, pudiendo entenderse bien como un movimiento de inclinación hacia uno y otro lado o como una valoración comparativa de los hechos, es decir, un estado demostrativo activo del resultado de una operación. La acción de *emulsionar* envuelve esta dualidad. Por una parte se requiere provocar una disminución de la tensión interfacial, una caída de la energía libre del sistema, venciendo la repulsión entre las partículas de las distintas fases, creando puentes o asociaciones micelares que se comportan como redes, asegurando una cierta estabilidad o equilibrio del sistema, conteniendo la tendencia a la reagrupación de partículas afines durante un tiempo razonable, haciendo factible lo imposible: la reconciliación, la complementariedad, la suma de contrarios. Pero si algo caracteriza propiamente a las emulsiones es el hecho de constituir sistemas dinámicos, inquietos, en los que intervienen toda

* Fecha de recepción: 28.05.09; Revisión por referees (última recibida): 22.09.09. Aceptada (última corrección): 28.10.09.

** E-mail: ccollado@pin.upv.es

una serie de fuerzas atractivo-repulsivas dependientes de múltiples factores. El emulgente, principal elemento responsable de esta unificación, necesita estar conformado de manera relativamente ambigua, fraccionada y vivaz; debe contener porciones bien definidas con distinta afinidad por el agua y aceite, dentro de un equilibrio.

Esta característica fundamental determina la índole de las emulsiones en su empleo como material de pintura, su versatilidad, su balance de propiedades mecánicas y estéticas, su equilibrio, su estabilidad y permanencia. Para un determinado aglutinante, un máximo ajuste en el rendimiento de su equilibrio y balance está fundamentalmente ligado al concepto de *selección* (separación y ordenación preferente), así como al de *proporción* (disposición, conformidad o correspondencia de las partes con el todo). Con nuestra experimentación hemos encontrado que la perfecta integración y solubilidad en agua y aceite es básicamente una función de esta relación múltiple. Así, frente a los planteamientos de carácter soluble unitario, característicos en las profundas investigaciones de emulsiones diluibles en medios grasos llevadas a cabo fundamentalmente durante la primera mitad del siglo XX, nuestra forma de abordar la investigación nos ha permitido trabajar en fases inversas, procurando encontrar las claves a partir de esta nueva posibilidad de discriminación y combinación, hallando distintas soluciones emulgentes que permiten al aglutinante alternar cómodamente en diluciones y mezclas de todo tipo.

El aglutinante es un material en estado fluido que constituye el elemento no volátil (MNV), mientras que el pigmento es la materia pulverulenta dispersa que confiere color, poder cubriente y de relleno. El aglutinante y los pigmentos constituyen la película definitiva, parte activa y útil de las pinturas, que permanece después de la evaporación de los disolventes (como agua, esencia trementina, aguarrás símil, etc.). El aglutinante debe recubrir y proteger los pigmentos, capacitar la formación y estabilidad de la película, así como su adhesión al soporte. Por su parte la emulsión consiste en un tipo de sistema coloidal, es decir, una estructura física de líquidos inmiscibles en equilibrio suspendido que se forma por agitación, al disgregar una de las fases líquidas en gotas minúsculas que son recubiertas por la otra fase líquida (fase continua o externa). El emulgente es un material con la propiedad de colocarse en la interfase de ambos materiales incompatibles, actuando como un eslabón de unión entre los distintos componentes, agua-y-aceite. Uno de nuestros mejores y más recurrentes emulgentes en la tecnología de pinturas artísticas es la yema de huevo, que incluye en su composición tanto agua como aceite, aunque característicamente ha presentado una restricción técnica fundamental: su notable tendencia a la contaminación biológica.

La rama de tecnología pictórico-artística de modo general ha mantenido una posición de prudencia e incluso desconfianza manifiesta frente a la incorporación de materiales tensoactivos (con actividad sobre la tensión superficial) por su potencial efecto nocivo en la conservación de las películas formadas. La actualización de este campo demanda una evolución y esclarecimiento, dado que tradicionalmente este término ha sido asociado con los productos de limpieza, con una actividad superficial de acción detergente que no poseen los empleados en nuestras investigaciones, de tipo no iónico, sin toxicidad, con acción emulgente y una com-



probada trayectoria en tecnología de alimentos. Los agentes emulsivos son aditivos que forman un subgrupo específico en la clase de tensoactivos, se emplean para facilitar la emulsificación y dar estabilidad a la emulsión. Estos efectos se producen por la reducción de la tensión interfacial entre agua y aceite y por la acción coloidal protectora, respectivamente.

Básicamente empleamos combinaciones de tres familias de aditivos: fosfolípidos, polisacáridos y celulosas. De cada una de éstas la industria ofrece infinitas variedades con características y aplicaciones distintas. Para conseguir aglutinantes que sean satisfactorios como emulsión necesitamos entender y experimentar la importancia del ajuste proporcional y selectivo de los ingredientes en formulación, también la importancia del protocolo de actuación. Con estos parámetros actuamos por aproximación teórica y experimental. Mediante procesos de inversión de fases hemos logrado obtener composiciones con un mayor abanico hidrófilo-lipófilo, mayor capacidad ligante y mayor capacidad diluyente. Así, frente a un criterio meramente formulario, el aprovechamiento empírico y metodológico en complementariedad de propiedades brindadas por los modernos materiales emulgentes y estabilizantes han inducido mejoras plausibles en cuanto a eficiencia y longevidad.

Actualmente tenemos registradas en esta línea de producto dos patentes de invención. La primera: *Pintura al temple óleo-resinoso estable, y procedimiento para su fabricación*¹ (en adelante *Temple F05*), consiste en una nueva pintura con propiedades emulgentes en estados multifase, perdurable en períodos prolongados de envasado y almacenaje. Esta pintura establece múltiples aportaciones en su acción procedimental, aportando metodologías de aplicación bien diferenciadas respecto a las técnicas tradicionales y productos existentes en el mercado de pintura artística. Actúa con perfecta capacidad miscible en materiales oleaginosos, resinosos y acuosos, bien sean naturales como sintéticos. Dicha función puede ser aplicable durante cualquier fase del proceso pictórico, de manera que el artista plástico dispone de un infinito número de posibles registros estéticos. Con este material podemos sustituir los compuestos oleaginosos insolubles y las esencias volátiles por agua dentro de un equilibrio flexible, obteniendo un beneficio inmediato en la contaminación medioambiental, e igualmente sobre el usuario, evitando de este modo la toxicidad por inhalación y contacto físico.

La segunda: *Emulsión ligante, procedimiento para su fabricación y uso de la misma como medio diluyente acondicionador y como medio aglutinante en pinturas y tintas de grabado*². Esta invención constituye un avance con respecto al producto

¹ COLLADO, C. *et al.*, *Pintura al temple óleo-resinoso estable, y procedimiento para su fabricación*, entidad titular: Universidad Politécnica de Valencia, núm. PAT ES2192987, núm. de solicitud, 20020000459 20020219, fecha de prioridad: 19-02-2002, fecha de publicación: 16-10-2003, en Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid [1].

² COLLADO, C. *et al.*, *Emulsión ligante, procedimiento para su fabricación y uso de la misma como medio diluyente acondicionador y como medio aglutinante en pinturas y tintas de grabado*, entidad titular: Universidad Politécnica de Valencia, núm. de solicitud: P200802234, país de prioridad: España, fecha de prioridad: 18-07-2008, en Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid [2].

divulgado en la patente ES 2192987. Se trata de un fluido ligante, que puede ser utilizado tanto como medio aglutinante en pinturas y tintas de estampación, o bien como medio diluyente o acondicionador de capa. Este fluido se encuentra en estado de emulsión hidro-oleoso (fase continua grasa) y contiene material tensoactivo no iónico con un intervalo de balance hidrófilo-lipófilo que le permite incorporar fácilmente tanto medios grasos como acuosos a través de procesos de inversión de fases. Concretamente, permite modificar la composición de la mezcla a gusto del usuario durante su utilización para obtener diferentes comportamientos pictóricos, pudiendo llegar a incorporar alternativamente hasta un 85% de fase grasa o acuosa en el punto de inversión. La novedad está en la composición de una mezcla emulsionante compleja, en la que se adiciona más de un emulgente sintético derivado del Sorbitol, proteínas y un coloide, y sobre todo en procedimiento de fabricación de dicha mezcla, con una emulsión mucho más estable y eficiente, incluso en ausencia del pigmento. Permite la presentación como emulsión fluida incolora (medium) además de como pintura, contiene formulaciones y procesos para la fabricación de tintas para estampación con una funcionalidad técnica y resultado estético bien diferenciado respecto al resto de tintas calcográficas ecológicas actualmente disponibles en el mercado.

En este sentido, desde el año 1999 en el Departamento de Pintura de la Universidad Politécnica de Valencia, hemos ido efectuando diversos ciclos teóricos y experimentales con actividades, estudios y producciones científico-artísticas que han contribuido a enraizar y consolidar una intensa y fructífera trayectoria interdisciplinar, en colaboración con investigadores de otras áreas universitarias, ligadas en estos casos al Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, así como al Departamento de Tecnología de los Alimentos, a través de Proyectos Interdisciplinarios de I+D+i financiados por la Universidad Politécnica de Valencia dentro del Programa de Incentivo a la Investigación.

ASPECTOS SOCIOCULTURALES Y TECNOLÓGICOS

A priori solemos asociar el concepto de *sintético* al de *artificial*, en su acepción más negativa, como oposición a lo natural: «lo falso». Artificial implica la intervención humana en la elaboración y en este sentido lo usa acertadamente María Bazzi al diferenciar los tipos de temple³. La síntesis es un proceso químico que permite obtener sustancias partiendo de sus componentes, pasando de las partes al todo, tomando algo de la naturaleza y combinándolo, pues nada surge por generación espontánea. Hoy cualquier materia prima lleva tanta elaboración que es difícil separar lo natural de lo sintético, si bien conviene tener presente que todos estos recursos se nos arrojan en un concepto de préstamo, incluida la propia superviven-

³ BAZZI, María, *Abecedario pittorico*, Milano, Longanesi, 1965; trad. de Rafael Santos Torroella, Enciclopedia de las técnicas pictóricas, Barcelona, Noguer, 1965 [3].

cia en la tierra. El hombre no es el inventor de la materia, pero ingenia la forma de combinarla y transformarla en pro de un objetivo. La formulación de nuevas emulsiones para pintura artística personalmente nos ha implicado en una óptica retrospectiva, deudora de la historia de los procedimientos y técnicas y del difícilmente superable equilibrio de lo natural⁴.

Nuestro enfoque articula su justificación argumental y vigencia contextual en la perseverancia y significación evolutiva de los temple, familia heterogénea de emulsiones aglutinantes en la pintura artística. Técnica de singularidad independiente frente a los aglutinantes grasos que asume multitud de formulaciones y ha sido reiteradamente utilizada como procedimiento pictórico. La yema de huevo emulsionada, empleada fundamentalmente durante los siglos XIV y XV, inicia aquí una etapa de mixtura técnica en la pintura exenta, en transición hacia los aglutinantes óleo-resinosos. Vasari refiere el fracaso experimental con emulsiones aglutinantes y el abandono generalizado de estas búsquedas hacia el siglo XVI. Sin embargo el temple recobró expectativas en la creación de algunos pintores del siglo XIX y XX, continuando hoy su validez como procedimiento pictórico adaptable en cada propuesta.

Con el desarrollo industrial varios tipos de colores al temple, óleos (mayoritariamente) y óleos compatibles con agua se han ido comercializando, estos últimos sin mucha celebridad. Ciertamente este tipo de producto suele estar excesivamente condicionado por los distintos factores que rigen el mercado en detrimento de su especificidad, de su calidad constitutiva y, consecuentemente, de su potencial estético.

En pintura artística, la selectividad de componentes se establece en base a su adecuación tecnológica expresiva y la aplicación estratégica de sus propiedades estructurales variables; así la atribución de posibles registros y matices plásticos en coherencia con todos los condicionantes externos e internos es un factor clave para el equilibrio funcional interactivo en la compleja estratigrafía pictórica. Aparte, otro factor que determina la composición química de las pinturas es su nivel de toxicidad, siguiendo las evaluaciones del OIIC⁵ de la OMS⁶. De entre la actual

⁴ Existe identificación y afinidad en la adecuación y empleo de todo tipo de materiales como aditivo para mejorar las cualidades de las pinturas artísticas, desde la leche o la cerveza, pasando por el látex de higo, la hiel de buey, los huevos «a putrido», ver MERRIFIELD, Mary P., *Medieval and Renaissance treatises on the arts of painting: original texts with English translations*, Mineola, New York, Dover Pub., 1999 [4]; o el cerumen de los oídos, cuyo empleo en la iluminación de manuscritos medievales se generalizó según Thompson en toda Europa; ver al respecto, THOMPSON, Daniel Varney, *The Materials and Techniques of Medieval Painting*, New York, Dover, 1956 [5]. También se ha usado la baba de caracol y hasta la fibrina obtenida de la sangre como figura en una patente inglesa de 1914; ver al respecto, BOESSENROTH, *Improvent in Tempera Colours for Artists and Decoratos, in the Form of Pastel Sticks, and Paste for Tubes and Tins, and in the Form of Dry Powder Colours*, nº PAT GB 191316317, fecha de prioridad: 16 de abril de 1914, en AA.VV., Esp@cenet database, (Europa) [en línea] [consultada el 18-04-2005] Disponible en *World Wide Web*: <<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=GB191316317&F=0>> [6].

⁵ Organismo Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer.

⁶ Organización Mundial de la Salud.

normativa internacional hemos de subrayar el Subcomité D01.57 de ASTM, único estándar específico de pinturas y materiales artísticos (óleos, óleo-resinosos, alquídicos, acrílicos y acuarelas). En este marco hoy se encuentran publicadas doce normas voluntarias que abordan distintas metodologías analíticas y de evaluación cualitativa, pues cada aglutinante precisa una capacidad operativa que necesita cotejarse. Por otra parte, muchos de los disolventes y diluyentes que actúan sobre el ligante, llevándolo respectivamente al estado líquido, o bien reduciendo su viscosidad para facilitar la aplicación, debido a la contaminación atmosférica son enjuiciados desde las regulaciones actuales. El agua es el principal ingrediente de la fase continua en la mayoría de las emulsiones de temple conocidas y explícitamente recomendadas; aunque entraña ciertas dificultades tecnológicas que van siendo poco a poco allanadas, es palpable una consolidación inaplazable de su empleo como diluyente por su disponibilidad económica, carencia de olor, toxicidad e inflamabilidad.

En los Proyectos de Investigación I+D+i sufragados por la UPV entre 1999 y 2008 se desarrollan las sucesivas fases tecnológicas y experimentales, optimizando combinaciones de emulgentes: naturales, sintéticos y estabilizantes, con los componentes aglutinantes de carácter óleo-resinoso. Estas pinturas y mediums superaron notoriamente todas las evaluaciones cualitativas físicas y estéticas practicadas. Miscibles e invertibles en distintos diluyentes y pinturas (agua, aceites, bálsamos, barnices, aglutinantes y colores al óleo, alquídico, encáustica, emulsión acrílica...), marcan un nivel de soluciones inimaginable desde ópticas antecesoras en que el conocimiento y disponibilidad de estos aditivos era inexistente. Una excelente herramienta que incorpora una vía de actualización plástica responsable y consecuyente, respaldada desde la tradición técnica y procedimental. Los ensayos y evaluaciones desarrollados involucran el rendimiento combinado alternativo de ciertos compuestos sintéticos de sorbitol, fosfolípidos y celulosas modificadas, para pormenorizar metodológicamente esta acometida. Estos emulsivos sintéticos, complejos y específicos, no comunican color ni olor, mejoran las expectativas de conservación e implican compromisos de inocuidad y biodegradación, manifestando múltiples ventajas funcionales en la configuración de determinadas aplicaciones plásticas.

SISTEMATIZACIÓN DE PROTOCOLOS Y ACTUACIÓN EXPERIMENTAL

Abrazando las prerrogativas de esta nueva generación de materiales, nuestras contribuciones programan una serie de prioridades, en función de las dificultades esbozadas por las emulsiones tradicionales de temple óleo-resinoso, p.e.: 1.- cuando sobrepasan ciertos límites en la proporción de aceites y resinas, dejan de ser solubles en agua; 2.- se corrompen y desestabilizan fácilmente; y 3.- conllevan cantidades excesivas de yema de huevo, en la intención de garantizar su hidrosolubilidad. Al producir una emulsión practicable hay que ajustar cuidadosamente las proporciones entre aceites, médium emulgente y agua. El aglutinante debe ligar bien, formar una película resistente e impermeable, que se adhiera firmemente a la imprimación.



Nuestro desarrollo se modula en la formulación de nuevos aglutinantes de emulsión eficaces ante ciertas necesidades operativas durante el proceso pictórico (como la libre alternancia en mezcla y dilución) sin renunciar a los valores plásticos y expresivos; prestando igualmente atención a los requisitos técnicos en previsión de un comportamiento físico-químico adecuado; mejorando además las expectativas en cuanto a estabilidad y vida útil del producto. Estos nuevos materiales prestan mayor abanico de posibilidades operativas y expresivas, dilatando conceptualmente el significado de «balance hidrófilo-lipófilo», expresión restringida inicialmente en su dimensión empírica a una nomenclatura sistemática y numérica, definida por 1ª vez por Griffin en 1949⁷, que categoriza los emulgentes en función del carácter o tendencia de su solubilidad, ligando los conceptos de *eficacia*, *selectividad* y *proporcionalidad*. Así, esta investigación plantea como objetivo prioritario el esclarecimiento de las mecánicas funcionales distintivas de los nuevos emulgentes incorporados; agentes de actividad superficial desarrollados industrialmente, sin toxicidad, reactividad, color ni olor, y que manifiestan su inocuidad y biodegradabilidad desde el momento en que figuran publicados en listas oficiales internacionales como aditivos aprobados para usos alimentarios.

Haciendo una valoración jerarquizada y un aprovechamiento de sus ventajas potenciales tecnológicamente adecuado en procedimientos de pintura artística, hemos sistematizado protocolos de ensayo para estos compuestos efectivos dentro de una experimentación específica y acorde a su nueva funcionalidad. Estos materiales pertenecen a tres familias fundamentales:

Familia núm. 1.- Emulgentes sintéticos no iónicos. En una reconstrucción funcional de la yema usamos combinaciones selectivas de emulgentes con diferente balance hidrófilo-lipófilo. Efectuadas inicialmente por cálculo numérico, igualmente se abordó una aproximación experimental⁸. Trabajando con ambivalencia entre lo teórico y lo intuitivo, ajustando en la práctica gradualmente aquellas combinaciones que demuestren funcionar mejor. Formulamos varias emulsiones con un abanico de BHL comprendido entre valores de 6⁹ y 15¹⁰, buscando indicios de inversión de fases por combinación de los siguientes emulgentes sintéticos no iónicos, hidrófilos y lipófilos:

ESQUEMA I. EMULGENTES UTILIZADOS

- Estearato de sorbitán, BHL = 4,7 (tipo W/O).
- Oleato de sobitol, BHL = 10.2 (tipo O/W).
- Polisorbato, BHL = 14,9 (tipo O/W).

⁷ GRIFFIN, W.C., «Classification of surface active agents by HLB». *J. Soc. Cosmet. Chem.* 1, 1949, pp. 311-326.

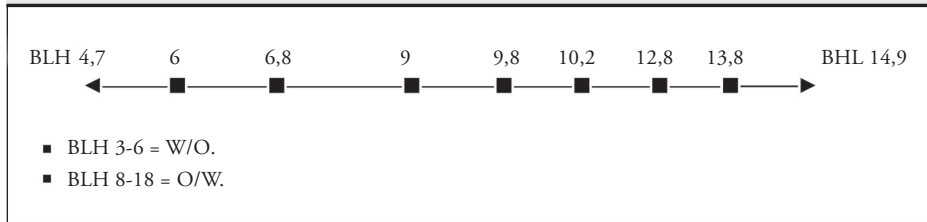
⁸ Sostenida por Dickinson en: DICKINSON, E., «HLB Value», *Advances in food emulsions and foams*, edited by Eric Dickinson and George Stainsby, London; New York, Elsevier Applied Science, 1988, p. 6 [7].

⁹ Último estadio del rango con tendencia lipófila.

¹⁰ Tendencia claramente hidrófila.

El intervalo de balance hidrófilo-lipófilo 3-6 corresponde a emulsiones de fase acuosa en fase grasa, mientras que en el intervalo 8-18 las emulsiones preparadas tienden hacia sistemas de aceite en fase acuosa. No obstante, sabemos que la mezcla adecuada de dos o más emulgentes de alto y bajo BHL suele proporcionar una mayor estabilidad del sistema. En combinaciones de emulgentes sintéticos cuyo BHL es conocido podemos operar hipotéticamente utilizando ecuaciones procedentes de la física coloidal. Por otra parte consideramos indispensable que nuestras formulaciones contemplen valores intermedios de BHL, buscando emulsiones que puedan actuar con ambivalencia.

ESQUEMA II. RANGO VALORES DE BLH EN NUESTRAS FORMULACIONES



Familia núm. 2.- Emulgentes anfóteros: los fosfolípidos. Las lipoproteínas que constituyen la yema son estructuras estables altamente organizadas que contienen triglicérido, fosfolípido y proteína en las proporciones 1:1:8; el principal fosfolípido es lecitina. Este material tensoactivo es considerado básicamente una mezcla de fosfátidos. Sus principales componentes están constituidos por dos cadenas de ácidos grasos y una molécula de fosfato unido a un glicerol. La distribución de componentes depende de la fuente de material crudo del que se extrae, que puede bien ser de origen vegetal o animal. Cumplen funciones como emulsionantes y estabilizantes, además de ser agentes dispersantes y antioxidantes. Solubles en grasas y aceites, en el agua se pueden dispersar, aunque son insolubles¹¹. La lecitina encontrada en la soja u otras semillas, así como en el huevo, contiene varios fosfolípidos. El principio tecnológico básico de estos productos es el uso de fosfatidilcolina (PC) como principal agente emulsionante; los demás fosfolípidos pueden contribuir al proceso de estabilización a largo plazo. Las lecitinas que se obtienen del huevo son compuestos de triglicéridos y fosfolípidos, con una estructura que difiere considerablemente de las mezclas lípidas en las plantas. La propiedad funcional de las proteínas es la estabilización de emulsiones y espumas por adsorción en las interfases aceite-agua y agua-aceite, mientras que en los polisacáridos (celulosas modificadas) es el control reológico de la fase acuosa a través de la asociación biopolímero y el comportamiento gelificante.

¹¹ Por tanto, a modo informal podemos considerar a priori cierta correspondencia con los emulgentes sintéticos caracterizados con bajo valor de BHL.

Familia núm. 3.- Hidrocoloides: los polímeros celulósicos. Algunos son aditivos de extensa aplicación en pinturas industriales, principalmente clasificados y utilizados como agentes espesantes y gelificantes, TRMs¹². Tradicionalmente así los describe la industria, surtiendo dicho producto a concentraciones definidas en cuanto a viscosidad y fuerza gelificante. Utilizados habitualmente de forma imprecisa como «estabilizantes» para un gran número de aplicaciones técnicas, donde su función es poco clara; en los textos técnicos, estos efectos suelen explicarse con pocas excepciones como resultado de un aumento en la viscosidad. Dickinson también ha investigado su posible actividad superficial. Los resultados de las investigaciones publicadas en su tratado¹³ sugieren que las celulosas modificadas deberían contemplarse como moléculas con acción superficial potencial, cuyas propiedades son altamente influenciadas por la presencia de emulsionantes y proteínas. Tienen una actuación crítica en la estabilización de emulsiones múltiples, de agua-en-aceite-en-agua (W/O/W), permitiendo generalmente reducir los niveles de tensoactivos. En este tipo de sistema las gotas de aceite, que contienen en su interior gotas acuosas, están a su vez dispersas en el interior de una segunda fase acuosa. Suele prepararse adoptando un procedimiento de emulsificación en dos fases o etapas, disponiendo inicialmente una primera emulsión de agua en aceite (W/O) mediante un emulgente lipófilo y reemulsificando posteriormente el resultado en una solución que contenga un emulgente hidrófilo. Las emulsiones múltiples suelen mostrar una inclinación considerable y dificultosa hacia fenómenos de desestabilización, un posible método alternativo para conseguir un alto grado de estabilidad consiste en encapsular un agente estabilizador macromolecular, como una proteína o un hidrocoloide, en el interior de las gotas acuosas internas. Los polímeros de HPMC son utilizados como espesantes, ligantes, formadores de película y agentes para la retención de agua. También funcionan como tensoactivos, lubricantes, coloides protectores y emulgentes, son hidrosolubles y tienen la propiedad de gelificar térmicamente. Se hallan en distintos grados, como algunos más refinados, para alimentación y farmacia, o los estandarizados para otras aplicaciones industriales; desde 3 hasta casi 200.000 centipoises (disueltos al 2% en agua a 20° C) y con distinta presentación morfológica (en polvo, polvo con tratamiento superficial y granulado)¹⁴.

¹² En inglés, *Thickeners and Rheology Modifiers*.

¹³ BERGENSTAHL, B., FÄLDT, P. y MALMSTEN, M., (del *Institute for Surface Chemistry* en Estocolmo, Suecia), «Emulsions wich contain emulsifiers, proteins and hidrocolloids», en, DICKINSON, E., *Food macromolecules and colloids*, E. Dickinson y D. Lorient, Cambridge, Royal Society of Chemistry, 1995, 1º artículo, p. 211-213 [8].

¹⁴ Nosotros trabajamos con la presentación de grado estándar en polvo, tratado superficialmente para ser directamente empleado en sistemas acuosos, con rangos de viscosidad de 75.000 y 5.000 cp. al 2% en agua a 20° C. Nos ha interesado que este tipo de producto sea empleado principalmente cuando se requiere resistencia enzimática por su bioestabilidad. Este compuesto de HPMC es no iónico, por lo que no forma precipitados insolubles cuando se combina con sales metálicas u otras especies iónicas, como pueden ser algunos pigmentos. Su metabolismo es inerte y resistente a las enzimas. Estabiliza la viscosidad, espesando la pintura y aumentando la capacidad de cubrición. Estable ante pH entre 3.0 y 11.0. Colabora al proceso de molienda, lubricando la mezcla y redu-

DETERMINACIONES Y ENSAYOS DE CALIDAD

Con criterios basados en la experiencia pictórica y los fundamentos de la teoría coloidal, las bases metodológicas se centraron en el ensayo de formulaciones con diferentes proporciones de ingredientes aglutinantes, emulgentes y pigmentos, caracterizando en cada una de ellas las propiedades más relevantes en su funcionalidad, sobre todo las relativas a: 1.- comportamiento reológico de la emulsión; 2.- caracterización de la estructura en términos de tamaño de partícula; 3.- comportamiento a la extensión en los soportes convencionales (cubrición, flexibilidad, mordientes, secado, etc.); 4.- brillo y características estéticas de la aplicación después del secado, mediante métodos subjetivos y objetivos; 5.- resistencia al choque térmico, oscilaciones de humedad relativa, impactos, rayado y ultravioletas.

En la averiguación de patrones de comportamiento para cada serie de formulaciones es importante simplificar y delimitar las variables en las condiciones de ensayo, es por eso que utilizamos como probetas un formato estandarizado de 21 × 27 cm y 0,5 cm de grosor, mediante tabla de contrachapado entelada (en su caso) con lino crudo de grano medio. Como elemento versátil utilizamos cuatro tipos de imprimaciones: creta, media creta, transparente a la cola de conejo y gesso polimérico. Soportes divididos en dieciséis casillas, cuatro de las cuales empleamos para ensayar el comportamiento físico del *Temple F05* puro (al 100%) y mezclado en distinta proporción (20%-60%) con los otros tipos de pintura (colores al óleo, alquídico, encáustica, emulsión acrílica...). En el resto de casillas (doce) se diluyen las respectivas mezclas entre un 5% y un 20% con agua, barniz damar y aceite de linaza purificado. Por cuestiones operativas resolvemos por series las probetas para ensayos de mezclas y diluciones, de manera que a cada serie corresponde un solo color y a cada probeta una sola mezcla en escala ascendente de proporción, desde el *F05* puro en una concentración del 100%, hasta una saturación máxima del 60% respecto del otro producto presente en la mezcla.

ESQUEMA III. MODELO DE TABLA-PROBETA							
OTRAS PINTURAS	ACR-RO-02	100% puro	+ 10% agua	+10% damar	+10% Linaza	▶ DILUYENTES	
	100% F05						
	80% F05 + 20% acrílico						
	60% F05 + 40% acrílico						
	40% F05 + 60% acrílico						

ciendo la fricción entre partículas. Además el grado de sustitución de grupos «hidroxipropil-» por unidades de celulosa es uniforme y suficiente para evitar que la película formada sea higroscópica.

Una vez aplicadas las variables correspondientes a cada soporte-probetas se practican dos métodos de aceleración del proceso degenerativo de la capa: 1.- ensayos por medio de radiación ultravioleta; 2.- ensayos por aplicación de estrés térmico. Así pues, cada probeta dispondrá de tres testigos colorimétricos como mínimo. El primero, con los valores originales de las coordenadas; el segundo, con los valores obtenidos tras la exposición en cámara de ultravioletas; el tercero, con los valores obtenidos tras la exposición en cámara de ensayos climáticos. Nuestras probetas deberán soportar la exposición a cámara de rayos ultravioleta durante 27 días, 648 horas en total.

ESQUEMA IV. CONDICIONES ENSAYO U-V

- Radiación integrada: $0'6289 + 0'002 \text{ mw/cm}^2$
 - Temperatura en superficie: 31° C .
 - Tiempo de exposición: 648 horas.
-

Una vez finalizado el tiempo de exposición a U-V, observamos la adecuada permanencia de la película, descartando posibles agrietamientos o desprendimientos por aceleración del envejecimiento en el aglutinante. Igualmente examinamos el posible desvanecimiento y amarilleo del color. Con el espectrocolorímetro (sistema CIELab) cotejamos las diferencias de color en cada casilla, después de ser introducidas las probetas en esta cámara. El protocolo que seguimos para comparar las mediciones pasa por la elaboración de tres fichas testigo de cada probeta con casillas numeradas, donde se anotan los siguientes datos.

ESQUEMA V. PROTOCOLO COLORÍMETRO

1. Valores de las coordenadas
 - valor de L^*
 - valor de a^*
 - valor de b^*
 2. Referencia de probeta
 3. Fecha
 4. Condiciones de la medición
-

Con las mediciones de cada casilla se hacen las respectivas comparaciones para cada coordenada, estudiando las posibles causas de las diferencias cromáticas (ΔL^* , Δa^* , Δb^*), prestando especial atención a los amarillos y el desvanecimiento del color.

Utilizando un programa informático, podemos introducir previamente un patrón coincidente con los valores originales del color para observar la desviación respectiva de cada coordenada. Por último se procesan las gráficas por ordenador, comparando las curvas espectrales de cada medición global (DE^*), donde están

ESQUEMA VI. PROBETA TESTIGO NORMALIZADA

Referencia:		Iluminante:		Fecha:	
001	002	003	004	005	006
L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*
007	008	009	010	011	012
L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*
013	014	015	016		
L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*	L* a* b*		

representados los porcentajes de reflectancia para cada longitud de onda dentro del espectro visible.

Posteriormente introducimos las citadas probetas en la cámara de ensayos climáticos, donde se someten durante dieciocho días (432 HS.) en igualdad de condiciones a un programa con cambios cíclicos de temperatura y de humedad relativa. Cada pendiente corresponde al tiempo de cambio en temperatura y humedad relativa.

ESQUEMA VII. ENSAYOS CLIMÁTICOS

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO	CICLO
50° C	60%	1h 30'	Pendiente
50° C	60%	4h 30'	Meseta
10° C	40%	1h 30'	Pendiente
10° C	40%	4h 30'	Meseta
65° C	60%	1h 30'	Pendiente
65° C	60%	4h 30'	Meseta
5° C	40%	1h 30'	Pendiente
5° C	40%	4h 30'	Meseta

Durante una meseta, las posibles derivas producidas por ese cambio se estabilizan. Finalizado el tiempo de exposición, nuevamente observamos la adecua-

da permanencia de la película, descartando agrietamientos o desprendimientos. Finalmente con el espectro-colorímetro comprobamos las diferencias de color en cada una de las casillas. Así podemos determinar la medida en que estas condiciones afectan a las películas formadas por la mezcla con otros materiales, encontrando modificaciones respecto a los valores L^* , a^* , b^* .

EXPERIMENTACIÓN Y APLICACIÓN PLÁSTICA

Ciertamente los componentes aglutinantes, emulsificadores, medios y pigmentos que definen y conforman el comportamiento de este material fueron sometidos a las necesarias pruebas de comportamiento físico y en consecuencia estos avances han sido regularmente presentados por distintos medios bibliográficos, revistas especializadas, congresos¹⁵, etc.; sin embargo, es en la aplicación y experimentación plástica donde se contrastan sus características técnicas procedimentales y estéticas diferenciadoras.

En este sentido se han trazado dos proyectos complementarios con el *Temple óleo-resinoso estable F05*. El primero en la Universidad Politécnica de Valencia, lo llamamos: *Pintura y Ensayo F05*¹⁶. En él participaron once artistas/profesores adscritos a los Departamentos de Pintura de las Facultades de Bellas Artes de Valencia y Barcelona. Los artistas experimentaron el comportamiento y capacidad de actuación mecánica del *Temple F05*, dando como resultado un panorama plural de formulación estética, lenguaje plástico, proceso de ejecución y expresión pictórica del nuevo producto, bien fuera utilizado de manera única o en mixturas con otros materiales oleosos, acrílicos y encáusticos fundamentalmente.

El segundo: *Residencia con materiales artísticos no contaminantes. Nuevo temple óleo resinoso estable F05*, lo hemos realizado en Centro de las Artes de San Agustín Etna, Oaxaca, y fue organizado mediante convenio del Centro Nacional de las Artes del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes de México con la Universidad Politécnica de Valencia. Planteado como taller intensivo con doce artistas visuales, experimentamos durante una semana nuevas aplicaciones tecnológicas de los colores al temple óleo-resinoso, con propuestas bien diferenciadas respecto del proyecto realizado anteriormente en Valencia. La diferencia arranca ya desde su propio planteamiento: un taller-residencia concentrado en el tiempo y el espacio, donde se adaptan sistemas y procesos de aplicación a necesidades creativas personales. De esta manera se ensayan comportamientos del material en distintas diluciones, superposiciones empastes y transparencias, en otras ocasiones mezclando diferentes proporciones con distintas tintas o materiales oleosos y poliméricos fundamental-

¹⁵ Ver las referencias más significativas en la bibliografía, marcadas con un punto [•].

¹⁶ COLLADO, C. *et al.*, *Pintura y Ensayo. F05*, publicación de exposición, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2002 [9].

mente. Además, las aplicaciones de este material en soportes celulósicos y con técnicas gráficas han sido ensayadas en esta ocasión por primera vez. Las búsquedas personales y colectivas en procesos de experimentación plástica con materiales no contaminantes han resultado doblemente satisfactorias por haberse realizado en un espacio de referencia en alternativas ecológicas para la creación artística, dentro de los programas experimentales que promueve el Centro de las Artes de San Agustín Etlá.

CONCLUSIONES

En el mercado no existen pinturas al temple que aprovechen individualmente la eficacia y selectividad de los emulgentes sintéticos, ni su combinación con yema o lecitina. No existen registros de patente en las pinturas al temple para artistas (las que se encuentran comercializadas supuestamente reproducen recetas patrón de temple tradicional de huevo o de caseína). Las investigaciones en los últimos años sobre la aplicación de emulgentes han sido ciertamente profusas y sobresalientes. Sin embargo, en las bases de datos internacionales que hemos consultado, no existen registros de pinturas artísticas o emulsiones para su fabricación que contengan en su formulación los tipos de aceites transformados, resinas y fundamentalmente los emulgentes sintéticos no iónicos utilizados en las patentes 1) *Pintura al temple óleo-resinoso estable, y procedimiento para su fabricación*; y 2) *Emulsión ligante, procedimiento para su fabricación y uso de la misma como medio diluyente acondicionador y como medio aglutinante en pinturas y tintas de grabado*.

En el estado de las técnicas pictóricas para artistas, no se conoce una pintura de prestaciones estéticas cercanas a los temples grasos que contenga las ventajas siguientes: carácter estético de temple óleo-resinoso estable en conservación después de fabricación y envasado; amplia capacidad de actuación miscible en fase acuosa, medio esencial y medios óleo-resinosos; y sobre todo, una mayor capacidad mecánica frente los productos existentes en el mercado. Por otra parte hay cierta desconfianza entre los artistas hacia el comportamiento de mezclas de óleo y acrílico, pese a que esto se ha logrado sin problemas en la pintura de revestimientos, tratándose de emulsiones multifase (una emulsión de polímero acrílico, oleoacuosa, contenida dentro de una fase grasa, óleo-resinosa), que apenas contienen agua y sin embargo son solubles en ella. En la sustitución del huevo hemos incluido estos polímeros para paliar la ausencia de influjo plastificante que confiere a los temples el aceite contenido en la yema, reduciendo la porción óleo-resinosa sin acusar pérdidas significativas de adhesividad ni flexibilidad.

Finalmente, nuestras emulsiones aglutinantes están diseñadas para la fabricación de pinturas, preferentemente al temple óleo-resinoso, así como tintas para grabado y medios acondicionadores de capa. Además, utilizados como médiums diluyentes sirven para hacer solubles y transformar técnica y estéticamente pinturas o colores grasos: al óleo, encáusticas, alquídicos, tintas calcográficas, etc., o para mezclar con los colores que ya eran solubles en agua, como acrílicos y temples, modificando en todos ellos su comportamiento técnico y resultado estético.



AYUDAS Y COLABORACIONES

La totalidad del trabajo realizado ha sido posible gracias a los tres Proyectos de I+D+i adjudicados hasta la fecha. Actividades financiadas por la Universidad Politécnica de Valencia en el marco del *Programa de Incentivo a la Investigación*, en los que hemos tenido oportunidad de intervenir:

- *Nuevos Materiales Artísticos. Transformación de aceites, aditivos y aglutinantes en la pintura artística* (1999-2001).
- *Emulgentes sintéticos. Formulación y ensayo de nuevos aglutinantes en la pintura artística* (2002-2004).
- *Desarrollo de médiums diluyentes y nuevas aplicaciones de los colores al temple óleo-resinoso estable F05* (2006-2008).

La trayectoria de I+D+i originada en la UPV desde 1999 por la línea de investigación *Nuevos materiales en la pintura artística* ha sido factible gracias al sustento interdisciplinar de tres grupos de investigación coordinados desde distintas áreas de conocimiento. Los autores desean expresar su reconocimiento a todos sus integrantes, especialmente a los responsables de: *Lenguajes Plásticos, Procesos y Procedimientos Pictóricos* (Departamento de Pintura, UPV), *Laboratorio de Fotografía y Rayos X de Obras de Arte del Patrimonio Artístico* (Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, UPV) y *Fisicoquímica de Alimentos y Procesos Agroalimentarios* (Departamento de Tecnología de los Alimentos, UPV).

BIBLIOGRAFÍA

- BAZZI, María, *Abecedario pittorico*, Milano, Longanesi, 1965; trad. de Rafael Santos Torroella, *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*, Barcelona, Noguer, 1965. [3]
- BOESSENROTH, *Improvent in Tempera Colours for Artists and Decoratos, in the Form of Pastel Sticks, and Paste for Tubes and Tins, and in the Form of Dry Powder Colours*, núm. PAT GB 191316317, fecha de prioridad: 16 de abril de 1914, en Esp@cenet database [consultada el 18-04-2005] Disponible en WWW: <<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=GB191316317&F=0>> [6]
- COLLADO, C. et al., *Pintura al temple óleo-resinoso estable, y procedimiento para su fabricación*, entidad titular: Universidad Politécnica de Valencia, núm. PAT ES2192987, fecha de prioridad: 19-02-2002, fecha de publicación: 16-10-2003, en Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid. [1]
- *Temple óleo-resinoso F05. Nueva pintura para artistas*, Libro-Disco CD-R, Valencia, ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2003. [•]
- *Pintura y Ensayo. F05*, publicación de exposición, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2002 [9].
- *Emulsión ligante, procedimiento para su fabricación y uso de la misma como medio diluyente acondicionador y como medio aglutinante en pinturas y tintas de grabado*, entidad titular:

- Universidad Politécnica de Valencia, núm. P200802234, prioridad: 18-07-2008, en Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid. [2]
- COLLADO, C. y GALBIS, A., «Pintura al temple óleo-resinoso estable F05, incorporación de nuevos emulgentes sintéticos en la pintura artística» en *Restauración & Rehabilitación*, núm. 72, enero, 2003, pp. 70-75. [•]
- «Emulgentes sintéticos en la pintura artística. Nuevo temple óleo-resinoso estable» en *Libro de Actas del XIV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, pp. 461-466, Valladolid, ed. Secretaría Técnica del Congreso, 2002. [•]
- «Nuevas aplicaciones tecnológicas en pinturas al temple óleo-resinoso estable» en *16th International Meeting on Heritage Conservation. Preprints of the Papers to the Valencia Congress*, pp. 221-233, Excmo. Ayto. de Valencia, 2006. [•]
- «Modified pictoric materials, towards one more sustainable artistic practice.» en *Preprints 17th International Meeting on Heritage Conservation*, pp. 99-104, Castellón, Secretaria Técnica del Congreso, 2008. [•]
- DICKINSON, E., *Advances in food emulsions and foams*, edited by Eric Dickinson and George Stainsby, London; New York, Elsevier Applied Science, 1988. [7]
- *Food macromolecules and colloids*, E.Dickinson/D.Lorient, Cambridge, Royal Society of Chemistry, 1995. [8]
- GALBIS JUAN, A., *Emulgentes sintéticos. Aplicación selectiva y desarrollo de nuevos aglutinantes pictóricos con distinto balance hidrófilo-lipófilo* (dir. C. Collado), Tesis Doctoral, Valencia, ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2006; la ed. estadounidense *Synthetic emulsifiers: selective application and development of new pictorial binding mediums with diverse hydrophile-lipophile balance*, Michigan (EEUU), ed. Proquest Information And Learning, UMI Dissertation Services, 2007. [•]
- MERRIFIELD, Mary P., *Medieval and Renaissance treatises on the arts of painting: original texts with English translations*, Mineola, New York, Dover Pub., 1999. [4]
- THOMPSON, Daniel Varney, *The Materials and Techniques of Medieval Painting*, New York, Dover, 1956. [5]

