

Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de arte

Dirección

*María Teresa Escotado Ibor
Fernando Bazeta Gobantes*

Coordinación

Ainhoa Rodríguez López

Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de arte

Dirección

María Teresa Escohotado Ibor
Fernando Bazeta Gobantes

Coordinación

Ainhoa Rodríguez López

cmari 10 2000al 2222



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

ÍNDICE

	<i>Página</i>
<i>Presentación</i>	3
Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de arte ESCOHOTADO IBOR, María Teresa	4 - 30
Innovación en el mundo de la empresa de conservación y restauración GUERRA ESCOHOTADO, Néstor	31 - 49
Nuevas técnicas sobre textil. Microcirugía como alternativa en los tratamientos textiles CORCUERA ALONSO, Eusebio	50 - 69
Nuevas tecnologías en la conservación y restauración de obras de arte sobre papel CONTRERAS ZAMORANO, Gemma María	70 - 90
Nuevas tecnologías para la caracterización de los brocados aplicados RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa	91 - 110
Nuevas técnicas de intervención en estructuras arqueológicas ubicadas en parajes naturales. Bizkaia 2001-2011 BAZETA GOBANTES, Fernando	111 - 131
Nuevas aplicaciones enzimáticas en procesos de conservación y restauración de soportes celulósicos DE LERA SANTÍN, Alicia	132 - 151
Nuevas técnicas de búsqueda de recursos en conservación-restauración FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Teresa	152 - 172

PRESENTACIÓN

Es fundamental innovar. Cuando no hay miedo, se plantean nuevas metas y se busca mejorar, avanzar, innovar. Está físicamente probado que en tales circunstancias el ser humano se carga de energía y fuerza, multiplicándose su inteligencia para alcanzar esa meta; siempre propia a cada individuo.

Solamente cuando se cambia de contexto y se desaprende es cuando se está dispuesto a avanzar y tener éxito.

Las nuevas ideas -la innovación- impulsan un cambio y una mejora, imprescindible en nuestra especialidad de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, tan lineal y conservadora desde hace décadas. Hay que impulsar la búsqueda de nuevas metas y formulaciones que ofrezcan mejores propuestas y resultados más adecuados a las demandas y posibilidades de nuestra sociedad y nuestro tiempo.

En este sentido se plantea la presente publicación titulada *Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de arte*. El propósito de este libro es ofrecer una aproximación a algunas de las más novedosas líneas de investigación y desarrollo en el campo de la Conservación y Restauración de Obras de Arte en nuestro país. Asimismo, a través del conjunto de aportaciones incluidas se pretende mostrar que es posible avanzar y evolucionar en nuestra especialidad, formulando nuevas estrategias, diseñando criterios más ajustados a la realidad y estableciendo sistemas de intervención innovadores que a su vez se sirven de los avances que tienen lugar en otras disciplinas confluyentes.

INNOVACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ESPECIALIDAD DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE OBRAS DE ARTE

María Teresa Escohotado Ibor

La situación de la demanda social frente a los profesionales de la conservación y restauración de bienes culturales

En el contexto social actual, la profesión del conservador-restaurador de obras de arte cuenta con un reconocimiento bien definido conseguido tras la sedimentación progresiva de unos conocimientos científico-técnicos que cuentan con entidad propia.

La profesión como tal, se encuentra sustentada en unos pilares de conocimiento técnico-científico y humanístico, que le facilita el poder cumplir con la alta responsabilidad que conlleva la salvaguarda del patrimonio artístico.

Recaen en este perfil profesional las normas internacionales que la regulan y la evolución científica del conocimiento que se alcanza en el siglo XX respaldando a la especialidad. Por otra parte, las demandas sociales del poder de las imágenes y su asombro ante los objetos singulares establecen unas necesidades que también recaen en este perfil profesional.

En la actualidad, la situación que se nos presenta nos hace conscientes de que nos encontramos sufriendo un cambio profundo de las demandas estéticas-comunicacionales y de mercado patrimonial.

Nos encontramos con que el gran patronazgo del Estado, propietario de las grandes colecciones de obras de arte y financiador de grandes intervenciones, determina qué intervenciones de conservación y restauración y cómo se deben realizar según los avatares del poder político y económico. Pero, ante la situación de crisis, se viene convirtiendo a los museos en explotaciones económicas de la cultura de masas, donde la figura del restaurador-conservador casi no interviene, haciendo la función de correo, documentalista, almacenador, embalador, etc. y apareciendo los especialistas, contratados temporalmente, que desconocen las características propias de las obras y que concluyen sus actuaciones en el instante en que se concluye el contrato. Los grandes coleccionistas, como la Iglesia, que ha descubierto que su patrimonio artístico no es sólo fuente de conocimiento y estímulo de las creencias religiosas, sino origen de recursos económicos, han comenzado su explotación de manera indiscriminada.

Los coleccionistas financieros como los bancos, propietarios que reflejan el poder económico en el que pueden especular y explotar, determinan líneas de gusto social a través de diferentes exposiciones temporales, gestionándolo como sujeto generador de beneficios, produciendo sobre la gran industria del estado el turismo cultural, fuente de recursos fácil de manejar y con un futuro claro en los momentos de crisis.

Todas estas circunstancias inciden directamente sobre los especialistas en conservación y restauración que han de convivir en el siglo XXI. En estas circunstancias percibimos los límites de las necesidades sociales respecto a nuestra profesión, poniendo en juicio de valor, ante esta crisis, las reglas fundamentales que nos sostenían hasta hoy.

El profesional de conservación y restauración en la actualidad

La relación de la profesión con los objetivos que la demandan ha sido siempre directa y dependiente. Esta función ha venido sufriendo una continua evolución desde sus inicios en los talleres de alquimistas y artesanos, conocedores de las técnicas artísticas, hasta la actualidad en la que se cuenta con un estatus interdisciplinar, unas normas que le sustentan y un encuadre profesional de altos conocimientos científico-técnicos, con identidad propia.

Aún más sensible en este contexto se observa la producción y concepción de obras de arte que también sufre una continua y progresiva evolución, desde los procesos de conceptos de los artistas y sus movimientos, hasta los materiales con los que se realizan en sus desarrollos industriales. Todo esto incide en los productos y su estabilidad.

La existencia correcta de los objetos artísticos busca alcanzar cotas de gran interés e influencia que incida en el gusto, facilitando su disfrute y formando el inconsciente colectivo. Todo esto, proporciona su permanencia, alcanzando la estabilidad material.

La comprensión de la comunicación estética de las obras sedimenta la creatividad de los individuos que las observan, a los que se les estimulan los sentimientos, las emociones, la sensibilidad y la ideas, bases fundamentales de la innovación, que los poderes sociales promueven y potencian como fuentes culturales del conocimiento que abrirán los ojos a las masas sociales.

Pero como cualquier aspecto de producción cultural y artística que se encuentra en situación límite de crisis, tanto económica como de concepto, las obras de arte hoy día

se encuentran inmersas en una situación de fragilidad. De esta manera soportan directamente el análisis especulativo con súper explotación desde el objeto de extraer beneficios o, por el contrario, pasa a ser abandonado u olvidado tendiendo a desaparecer.

Sensibles frente a la situación que nos rodea, como fiel reflejo de nuestro contexto, somos conscientes que de cualquier situación límite de crisis se sale remontando o renaciendo como el Ave Fénix, resurgiendo de nuestras propias cenizas, con nuevos retos que darán sentido a este deterioro conjunto.

¿Y cómo podremos encontrar ese sentido?... ¡Innovando!

La innovación

Los especialistas nos definen la innovación como “hacer algo nuevo”...o como... “transformar la realidad existente a través de un proyecto [que] supone llevar a cabo un proceso que desemboca en un nuevo producto” [1, p. 12]. Estas definiciones nos resultan, a los que nos encontramos en el mundo de la producción artística, un elemento conocido en el que venimos desarrollando nuestro trabajo desde siempre.

La innovación depende de la cantera humana de creadores y éstos, a su vez, dependen del estímulo, de la capacidad productiva y de la cultura; espacios donde se desenvuelven algunos de los fundamentos que venimos desarrollando en nuestra profesión.

Los innovadores, como cualquier perfil de la naturaleza humana, requieren de unas reglas o marcos formales que le abriguen y protejan y fomenten su desarrollo. Alguno de ellos pueden ser las estructuras institucionales que le facilitan su progreso, su formación como pilar fundamental del conocimiento y su progresión laboral. Todo esto, favorece a los emprendedores que estimulados en el proceso laboral dan forma a la economía dinamizada de la creación artística y su conservación.

La cantera de innovadores precisa medios de formación para que adquieran los conocimientos, las habilidades y las capacidades en los ámbitos específicos del conocimiento en que se formen, utilizando tecnología de la información y comunicación que facilita y abrevia el aprendizaje.

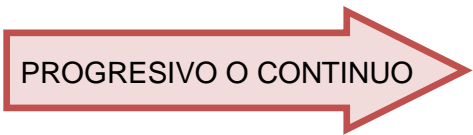
En el mundo universitario, los términos investigación, desarrollo e innovación, funcionan como un estímulo y se encuentran íntimamente unidos para todos los científicos desde el ámbito del alto conocimiento. Así, los investigadores sensibles a la

demanda social y estimulados por la creatividad, se enfrentan continuamente a una búsqueda inédita, planteándose hipótesis y descubriendo nuevos cambios para reformar los fundamentos y la evolución del mundo.

La creatividad, conducida desde los campos de la investigación, se convierte en innovación cuando se nos presenta como un poder de transformación, renovación, invención y/o descubrimiento de algo nuevo.

Analizando los diferentes aspectos que inciden en la innovación, comprendemos que toda innovación provoca cambios que se pueden optimizar reduciendo esfuerzos y costos y aumentando calidad y funcionalidad para las satisfacciones sociales.

En concreto, podemos señalar diferentes sistemas de innovación:



PROGRESIVO O CONTINUO

Conlleva mejoras continuas en la calidad adecuándose a las nuevas necesidades. Es propio de procesos lentos y/o integradores, con bajos costes y pausado.



INTENSIVO

Implica adecuación de los nuevos recursos a las nuevas demandas, la nueva tecnología y la mejora de otras técnicas y procedimientos.



DRÁSTICO

Supone cambios bruscos, inesperados, de alto coste y rápida reacción. Se produce en situaciones límite de crisis que obliga a reaccionar con inteligencia y dinamismo. Por ello, está muy unido a las nuevas líneas de investigación produciendo nuevos productos.

Estos tres ámbitos de la innovación se han venido reflejando en la producción artística y su conservación con las mejores herramientas y en la incorporación de métodos técnico-científicos, útiles en otros campos, y adaptados al nuestro con buenos resultados, pero en la actualidad la influencia de la tecnología de la información incide directamente sobre el poder comunicativo de la imagen en los medios de

comunicación de masas, creando nuevos instrumentos en los que los artistas y restauradores deben avanzar en su ámbito innovador.

Renovarse o morir: Eso es innovación

Las circunstancias actuales, con las nuevas tecnologías de la información, nos conducen hacia una transformación que conlleva un cambio de valores que evoluciona rápidamente en todos los sectores: en los ámbitos laborales, técnicos, científicos, sociales y culturales.

La regresión económica del país es de tal gravedad que nos obliga a una búsqueda que satisfaga los cambios de la demanda social.

Esta situación no puede mejorar sino renaciendo de mano de los creadores innovadores o emprendedores, personas sensibles a la realidad y dispuestos a cambiar las viejas costumbres convirtiéndolas en nuevas oportunidades y conductas.

La sociedad del conocimiento es consciente de que el tiempo de permanencia en este entorno es limitado, de manera que el equilibrio en el desarrollo vital ha de transformarse en un cambio de redistribución de valores y tiempos, aprendiendo nuevas habilidades con nuevos instrumentos y medios.

El replanteamiento de nuestra arraigada cultura nos hace vislumbrar nuevos paisajes en los que hay que buscar nuevos caminos y respuestas críticas.

Nos comenta De la Torre una serie de puntos para reflexionar:

“- Los cambios en el conocimiento se producen con tanta velocidad que lo aprendido por una generación no es útil para ser enseñado a la siguiente.

- Hemos de acostumbrarnos a convivir con la inestabilidad y la indeterminación.
- La estabilidad en el ámbito laboral cambia de ser un hecho generalizado.
- La formación inicial requiere ser actualizada de forma continuada.
- Los nuevos instrumentos y técnicas desplazan a las antiguas con rapidez.
- Se asume la relatividad del saber y la utilidad del error.
- La realidad educativa y social está sometida a la interpretación.” [1, p. 18]

Esta situación establece una pérdida de valores heredados que instituían unos niveles de calidad y que van en detrimento de ella, lanzándonos a un trepidante nuevo universo más manejable.

La enseñanza tradicional, basada en la transmisión de conocimientos, investigación y cultura de una generación a otra, estaba más o menos estable, por su propia madurez. Pero, en la actualidad, cambia imbuida por la revolución de las nuevas tecnologías

envueltas de flexibilidad, que ha transformado los procesos de conexión con los contenidos y facilitan nuevas consideraciones de la realidad que inciden en:

- “El desarrollo de las habilidades cognitivas del sujeto.
- Enseñarle a aprender por sí mismo.
- Desarrollar actitudes flexibles hacia el cambio y la adaptación.
- Formar para la innovación y el cambio educativo.
- Formar para el tiempo libre”. [1, p. 18]

Todos estos aspectos que invaden el ámbito común y educativo evolucionan a tan gran rapidez que impiden la perspectiva necesaria para poder observar los resultados con la calidad adecuada.

Con el sentimiento de innovar contamos todos, porque son preguntas continuas que el ser humano se hace en su desarrollo cotidiano, provocado por la inquietud intrínseca de la dinámica de la creatividad.

La justificación de la innovación en el mundo de la producción artística y el interés en la prolongación de su existencia, es porque los artistas y restauradores de obras de arte no dejamos de encontrarnos en un mercado sujeto a los engranajes de la oferta y la demanda. Pero, como cualquier negocio, nos debemos hacer nuevos planteamientos que no surgen de la improvisación espontánea del genio artístico, sino de la reflexión de la situación límite en que nos encontramos. No deben estar al arbitrio de los intereses del poder político y del mercado, sino ajustarse a las realidades planteadas desde los principios subyacentes de los propios creadores como productores de objetos únicos de gran valor.

Así debemos estar lo suficientemente sensibilizados ante la demanda social, potenciando el ingenio para una producción artística innovadora, eficaz, rompedora, de calidad y actualizada en el desarrollo de nuestras actividades de conservación y restauración que conllevan el adecuado mantenimiento de este nuevo tipo de obra artística. Es fundamental activar el ingenio para lograr una producción artística innovadora, ya que la producción de imágenes artísticas se ha apoderado de la comunicación de masas, por su fácil comprensión, puesto que es parte de la cultura de la juventud. Esta situación establece un análisis crítico que nos conducirá hacia los productos innovadores.

¿Hasta qué punto el ámbito de la creatividad se convierte en el origen de la innovación?

La creatividad que, comúnmente, la conocemos como inventiva, es parte del pensamiento divergente que se puede educar con el hábito en el estímulo de las Ondas Alfa y Theta. Éstas aparecen en estado de relajación en donde comienza a funcionar el subconsciente y aparece la memoria plástica, la facilidad en el aprendizaje, la fantasía y la creatividad. Todas ellas arrancan de la actividad plena del hemisferio izquierdo, con el desarrollo eléctrico sincrónico de las células cerebrales, que activan la optimización de los sentidos y su relación con los sentimientos. De esta forma se interrelacionan las actuaciones cerebrales en procesos cognoscitivos y afectivo, con las físicas del entorno socio-cultural, que generan nuevos conceptos y pensamientos que alcanzan nuevas soluciones. Por lo tanto, la creatividad se encuentra con numerosas connotaciones e intervenciones sociales.

Desde la psicología del arte podemos distinguir entre el universo físico-químico del entorno que nos rodea y el psíquico de los individuos. El universo externo comunica a través de las ondas que captan y provocan a los individuos, estimulándolos a través de los elementos sensoriales.

Los seres humanos captan a través de los sentidos estas ondas, las retienen intelectualmente, produciendo una reacción reflexiva, memorizándolas y seleccionándolas hasta que las comprenden y las transforman, realizando un nuevo producto desde la realidad innovadora (fig. 1).

Esta capacidad con la que cuentan los individuos, genera ideas de carácter original únicas y singulares que se integran en el mundo de la innovación.

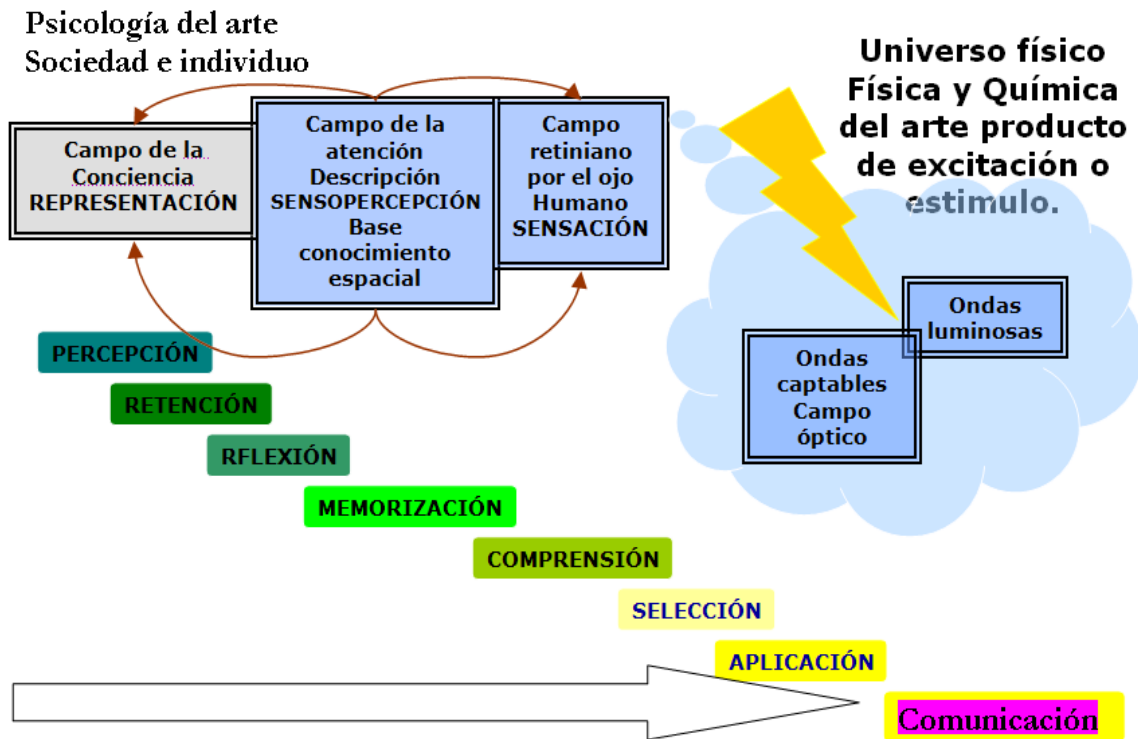


Fig. 1: Esquema visual del procedimiento creativo innovador desde la psicología del arte.

La productividad creadora es la generadora de elementos nuevos o transformados que dan comienzo a la existencia de algo de carácter inédito, único y novedoso. Así la justificación que nos da la existencia de un objeto nuevo o transformado y admitido por la sociedad, es que actúe como causante de nuevas perspectivas y hábitos.

Así Bessemer y Treffinger [2] realizan una exhaustiva recopilación de criterios para la evaluación de productos creativos que organizan en tres parámetros o categorías generales:

- Novedad. Categoría relativa a lo inusual o infrecuente que resulta un producto porque incluye nuevos procesos, técnicas, materiales o conceptos. Incluye criterios de evaluación como:
 - Originalidad (infrecuencia estadística de una respuesta).
 - Germinalidad (grado en que un producto estimula nuevas aplicaciones).
 - Transformacionalidad (grado en que un producto representa una ruptura respecto a los estándares establecidos).

Códigos que inciden en las nuevas ideas como aspectos que sorprenden a los individuos en lo inusual o insólito o en lo único, características en las que se sustenta la comunicación estética.

- Resolución. Corrección con que un producto resuelve una situación problemática determinada. Criterios relacionados con este parámetro son:
 - Lógica (si un producto es científicamente válido).
 - Adecuación (posibilidades funcionales de las ideas planteadas).
 - Eficacia (grado en que soluciona determinados problemas).
 - Utilidad (si tiene o no aplicaciones prácticas reales).
 - Valor (repercusión económica o social).

Estos parámetros van al unísono con la estructura de las demandas sociales, férreamente estructurada, fomentando unas bases esenciales para los productores de obras de arte y sus conservadores-restauradores.

- Elaboración-síntesis. Cualidades estilísticas, a considerar sobre todo en la valoración de producciones artísticas, entre las que se resaltan los siguientes aspectos:
 - Expresividad (significado que transmite).
 - Elaboración (nivel de sofisticación formal o tecnológica).
 - Atracción (grado en que capta la atracción del observador).
 - Organización (si forma una totalidad coherente).
 - Calma y/o serenidad (si proporciona una solución económica al problema).

Todos estos valores íntimamente unidos a la innovación han sido útiles hasta la actualidad para la creatividad en la producción artística, pero hoy se tambalean ante la situación de crisis de valores y profundamente económica, en la que se ven afectados aspectos tan importantes como la calidad, la singularidad, la estabilidad, la atracción que incurre en la cambiante demanda de mercado, etc.

Ante esta situación debemos retornar sobre las cualidades esenciales de los individuos para poderles potenciar su intelecto como medio de reacción hacia las ideas.

Nos podemos apoyar en algunos criterios más próximos a la innovación desde la creatividad, como son los siguientes:

- Originalidad. Aspecto novedoso diferente que extrae conceptos singulares.
- Eficacia. Grado de aplicación o provecho frente a la demanda.
- Utilidad. Valoración en prácticas reales de cualquier tipo de beneficio.

- Elaboración. Control y dominio de los materiales y las técnicas de ejecución.
- Parsimonia. Dominio y superación de los problemas con los mínimos recursos.
- Germinalidad. Grado de potencial creativo en cada contexto.
- Transformacionalidad. Capacidad de cambio radical a partir de los parámetros iniciales.

Parámetros básicos del análisis personal desde los fundamentos freudianos de la personalidad de los individuos innovadores y creativos

El desarrollo de este esquema de la actividad del sujeto en las labores creativas se fundamenta desde los elementos básicos de la teoría de Freud.

Observamos cómo a partir del sujeto con facultades innatas creativas, distribuimos diferentes planos que inciden directamente sobre la personalidad de los individuos y su producción creativa e innovadora.

De esta manera, el ELLO inconsciente e intuitivo es la auto-expresión o inspiración, que son herramientas naturales con las que cuentan ciertos seres.

Por otra parte el EGO, como consciente creativo que está sujeto a los estímulos del entorno socio cultural.

Y por último, el SÚPER EGO, consciente normativo y formativo, influido por el medio de la sociedad del entorno, estimulado, a través de la percepción cognoscitiva, por motivaciones locomotoras y aprendizaje evolutivo, facilitando sus capacidades de captación, comprensión, retención, sintetización, selección y ejecución o producción (fig. 2).

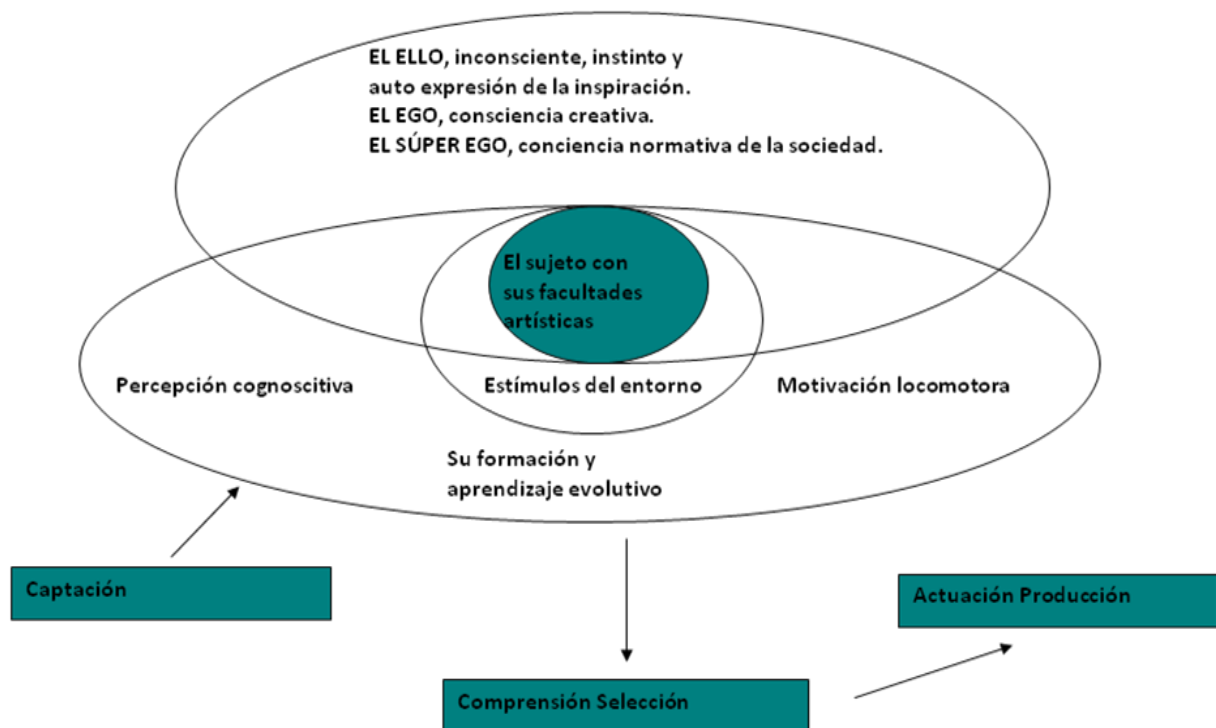


Fig. 2: Esquema de la actividad del sujeto desde los conceptos de la teoría de Freud.

Estrategia del pensamiento innovador

Entre las cualidades cerebrales del ser humano, destacamos el pensamiento como actividad singular que genera estrategia para el desarrollo de las habilidades, integrando todos los ámbitos cerebrales, tanto el racional-estructurado como el emocional-experimental que permite formarlo desde el consciente.

La respuesta se encuentra apoyándonos en un esquema de “fundamentos” y otro de “estrategias”, para planificar las bases esenciales creativas y de innovación que formen la estructura metodológica o el desarrollo de habilidades que constituye “el proyecto ideal”. Y así se realizará con una continuidad de valores como son la calidad, la utilidad, lo sorprendente, lo insólito, lo óptimo.

Los fundamentos estratégicos se desarrollan con las metodologías creativas, facilitadas por la fluidez del pensamiento reflexivo, produciendo ideas que son respuestas y soluciones a los problemas.

La innovación se asocia a la creatividad, a la inspiración e incluso, a la fantasía; cualidades específicas de ciertos individuos, por este motivo, destacan entre otros. Pero todas estas cualidades pueden estimularse a través de la formación.

De acuerdo a Sternberg y Lubert [3] los fundamentos del proceso creativo e innovador se resumen en los siguientes:

Pasos del proceso creativo	Implicaciones formativas	Pasos del proceso innovador
Percepción, retención, reflexión, memorización, comprensión, selección, preparación, incubación, desarrollo, evaluación y verificación.	Sensibilización adecuada ante información y estímulo. Ambiente adecuado para facilitar la combinación de ideas. Estimulación e incitación a la expresión. Estimulación de las ideas o realizaciones. Animación de los resultados.	Sensibilización perceptiva ante la realidad ambiental y motivación inicial de inventiva. Fundamentos del conocimiento, inteligencia y motivación personal para la innovación.

Asimismo, definen los procesos básicos para lograr alcanzar ese modo de pensar creativo e innovador:

- Redefinir los problemas y no limitarse a aceptar las reglas de lo que se nos dice acerca de cómo hemos de pensar o actuar.
- Buscar lo que otros no ven. Analizar las cosas de modo que otros no hacen y estudiar las experiencias pasadas para poderlas rectificar con aspectos creativos.
- Aprender a distribuir nuestras ideas buenas de las precarias y prestar atención a su contribución potencial.
- No sentirse como si lo supiéramos todo acerca de un ámbito en el que trabajamos antes de que seamos capaces de realizar una contribución creativa.
- Asumir riesgos sensibles y querer crecer, pensando que de los errores se aprende.
- Descubrir y ahondar en la propia motivación endógena.
- Encontrar los entornos creativos que nos recompensan por lo que nos gusta hacer.
- Recordar que los recursos necesarios para la creatividad e innovación son interactivos y no aditivos.
- Tomar una decisión acerca del modo de vida que fomente el estímulo en la creatividad.” [3]

Estas técnicas potencian y estimulan el pensamiento inquieto de los artistas e innovadores que se cuestionan y plantean cada paso, ávidos de transformar la información que les rodea para convertirla en nuevas ideas.

¿Cómo se manifiesta el pensamiento creador e innovador en los individuos?

Entre las cualidades esenciales de los individuos destacamos la inteligencia que se manifiesta a través del pensamiento creativo y que se percibe desde diferentes aspectos intuitivos, como la *actitud*. Esta es la disposición hacia la capacidad o habilidad de hacer cualquier actividad, que en nuestro caso es la elaboración creativa o innovadora como medio de manifestarnos.

La actitud estimulada con la *sensibilidad* ante las emociones, provoca al pensamiento y a la reflexión para la elaboración de nuevas ideas.

En segundo plano encontrarnos la *reflexión analítica* como parte del razonamiento desde el pensamiento innovador que se manifiesta a través de la *flexibilidad* mental o de la velocidad de reacción con un espíritu crítico y una capacidad de expectativa hacia el futuro buscando nuevos métodos. Estas son metodologías de estudios sobre la realidad actual que continuamente nos exige un carácter innovador. Funcionan como instrumentos que persiguen mejorar la sociedad desde todos los aspectos, con el objeto de optimizar e innovar. Estos frutos conseguidos a través de decisiones, logran cambiar las situaciones, aunque en ocasiones pueden extraerse los aspectos ventajosos desde los inconvenientes. A través de la sinéctica se obtiene habilidades creativas que se pueden aplicar en la metodología investigadora del conocimiento. Así se completa la información desde diferentes perspectivas.

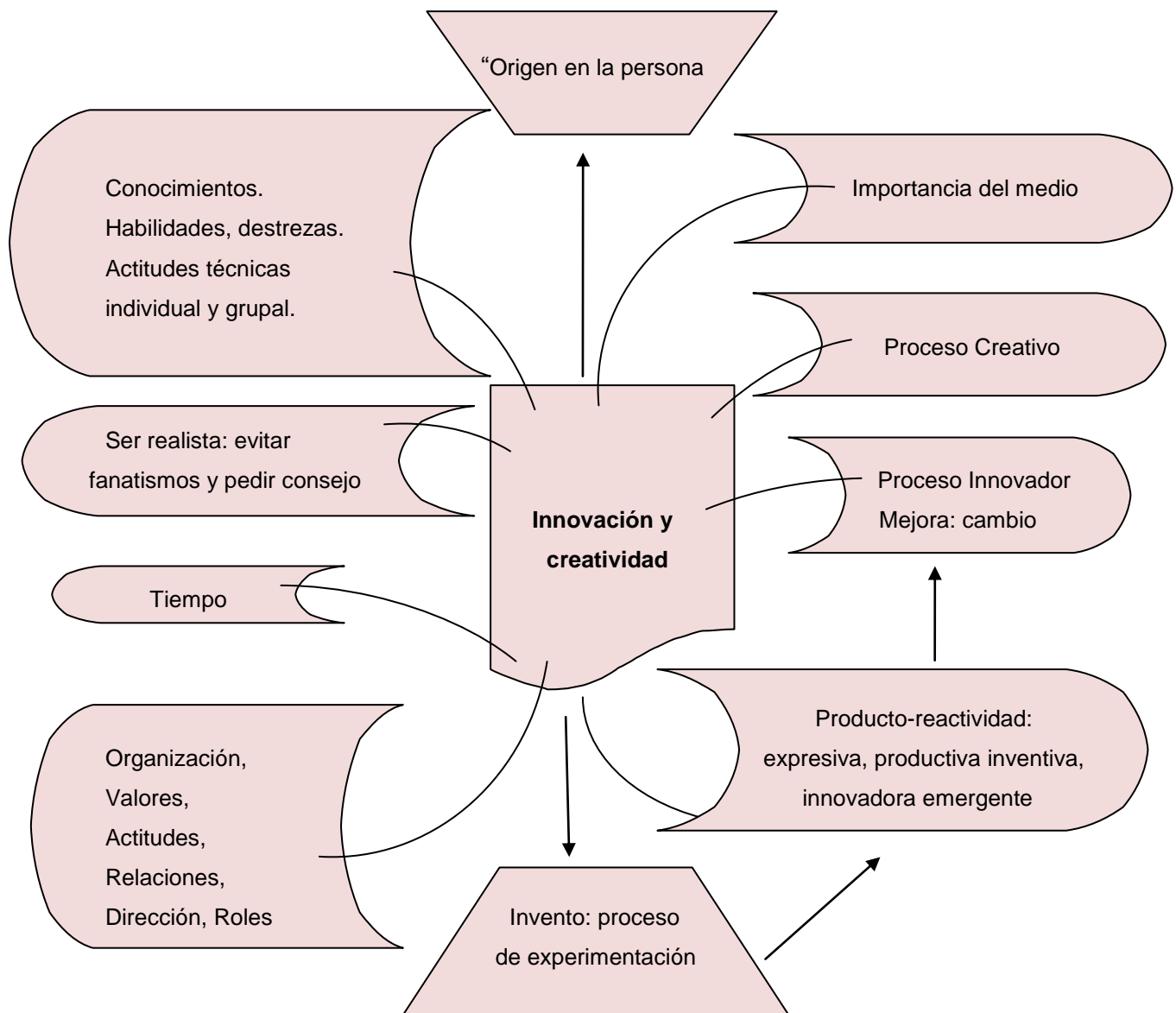
Por último, como tercer tipo de instrumento para estimular el pensamiento creativo-innovador, podemos apoyarnos en la *formación* adquiriendo la libertad que facilita el *conocimiento* para comprender y plantearnos constantemente preguntas como: ¿Qué es?, ¿Cómo es?, ¿Para qué es?, ¿Es adecuado y cuáles son sus límites?. Con el tiempo, ¿Seguirá siendo adecuado o se podrá optimizar de algún modo?, ¿Cómo es la perspectiva del contrario?. Y suponer, preguntándose, por ejemplo, ¿Qué ventajas o inconvenientes tendría?, etc. De este modo se podrán encontrar nuevas respuestas sin inhibiciones ni límites que posteriormente se podrán mejorar. Con estas respuestas alcanzamos a desarrollar la capacidad *reflexiva*, que facilita soluciones desde el encuentro o el descubrimiento, afianzadas en la selección, con el poder de decisión que proporciona nuevos caminos.

J. M. Ricarte [4] insiste que para innovar en nuestro contexto se deben contar con los conocimientos básicos que nos resume en los siguientes:

“1. Saber Preguntar: que quiere decir Saber Escuchar, Saber Analizar, Saber Sintetizar.

2. Saber Comunicar: que significa Saber Pensar, Saber Decodificar.

3. Saber Comprometerse: saber hasta dónde se puede llegar.
4. Saber Negociar. Con la sensibilidad de involucrar al demandante en los aspectos creativos.
5. Saber Adaptarse: Saber ser Flexible, Saber Redefinir, Saber reacomodar ideas, conceptos, personas y objetos, trasponiendo sus funciones y utilizarlos o interpretarlos de maneras distintas.”



Innovación y creatividad son dos conceptos gemelos, muy próximos a nivel semántico y operativo. Ambos reflejan procesos transformadores y valiosos para la sociedad. No es posible explicar el progreso humano, el avance científico, los descubrimientos o las pequeñas mejoras al margen del poder creativo e innovador de las personas y los

grupos” [5]. Son conceptos interrelacionados a los cuales podemos llegar tanto a nivel individual como colectivo.

Así la creatividad como la innovación tiene su origen en la inquietud intelectual de los individuos que promueven directamente las entidades. Son quienes producen obras creativas y quienes promueven instrumentos intelectuales o materiales que puedan ser difundidos y utilizados por otros cambiando sus conductas.

Un individuo creativo e innovador cuenta con claras metas, se establece retos, con niveles eficaces y conocimiento que dan claridad y confianza a las decisiones.

Los estímulos de la creatividad aparecen determinados en tres instantes: el de la concepción, que es un instante completamente estimulante e imaginativo y analítico de lo creado. El instante de producción que queda determinado por el conocimiento, el tiempo, el espacio y la economía. Por último, el instante del reconocimiento en el que el producto entra en contacto con la sociedad y su admisión y es integrado (fig. 3).



Fig. 3: Los tres instantes que definen la creatividad.

Desde la capacidad individual del acto creativo-innovador, vemos, por un lado, cómo desde el inconsciente encontramos diferentes estados de preparación como el proceso de incubación donde se seleccionan los aspectos óptimos para la elaboración que faciliten la verificación de la realidad del objeto y, por otro lado, cómo lo admite la sociedad y responde ante sus valores propios.

El entorno social, cultural y formativo estimula creativamente la fuente de la innovación

La creatividad e innovación están tan enraizadas en la cultura que para que pueda ser fecunda es fundamental fomentarlas y potenciarlas a través del conocimiento.

La producción creativa-innovadora se inicia en la concepción humana a partir de las ideas, que aparecen provocadas por las demandas sociales, facilitado su proliferación como empresas, universidades o instituciones. Cuando se incorporan en los ámbitos sociales sufren una selección por parte del mercado, porque poca utilidad pueden tener las ideas magníficas sino son reconocidas ni integradas.

Pero la realidad de la crisis nos revela la importancia de la creatividad e innovación, con la esperanza de afrontar y solucionar los problemas sociales para promover el bienestar que debe contar con una garantía de crecimiento y sostenibilidad en el tiempo.

Podemos comprobar cómo en el entorno socio-cultural acumulado en la evolución de los individuos, éstos quedan sensibilizados ante sensaciones externas del desarrollo intelectual que junto con el sedimento formativo produce una estimulación de la producción innovadora.

El ambiente del contexto puede ser tanto favorable como hostil, pero el individuo, que cuenta con estos perfiles, antes o después, rompe las cadenas y realiza su propuesta.

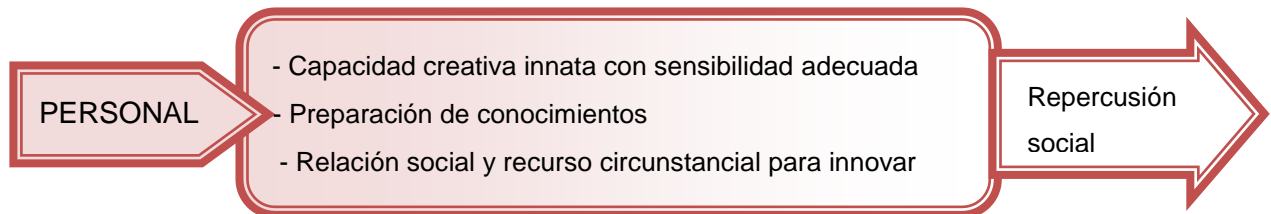
Ante las personas que se encuentran adecuadamente preparadas, una situación estimulante provocará su actividad creativa o innovadora, en la que buscan establecer un nuevo entorno.

Hay que pensar que para la sociedad, el acto creativo-innovador es reconocido como algo milagroso, único, un don especial, que en manos de diferentes intereses sociales puede distorsionarse y convertirse en un juego de intereses y que se distancia del acto creativo-innovador y del mismo creador.

¿Cómo logramos la innovación? Estratos básicos de innovación

Tomando como base los tres elementos esenciales de las personas creativas e innovadoras podemos apuntar los siguientes factores:

- 1.- el individuo creativo (sus circunstancias, capacidades, sensibilidad y formación).
- 2.- el instante en que ha sido producido (materiales, diseño, procesos, tiempo).
- 3.- el entorno social en que se introduce el producto innovador (necesidad, estética, valor, aspectos que inciden en la sociedad produciendo cambios).



La innovación, como la creatividad, son fases continuadas activas de la inteligencia de los individuos o de los grupos que de manera reflexiva concluyen en una producción. Su diferencia aparece cuando las ideas la convierten en producto que asimila la sociedad.

No obstante, es esencial analizar los aspectos formativos que completan los estratos básicos de la innovación.

La formación ante la creatividad e innovación

La formación es la captación de conocimientos por los individuos. Cuando queda absorbida por ciertas personas, que están en los ámbitos adecuados, produce un estímulo con carácter creativo e innovador.

Hay que recordar que, históricamente, entre los estudios superiores en las universidades, la formación constaba del trívium o el cuadrívium, en donde se dominaban las artes en el área de la creatividad.

Con la evolución del conocimiento súper-especializado, este espacio de las artes mayores se considera como implícito en los estudiantes; en consecuencia, la aportación de la creatividad en los centros educativos ha entrado en el olvido y el desconocimiento.

Vemos cómo en este mundo, en el que evoluciona el conocimiento con celeridad, hay que afianzarse en fundamentos estimulados desde la innovación y/o la creatividad que dan respuestas al devenir de la incertidumbre que llega al ámbito social sustentado en la fácil comprensión del poder de la imagen y en los medios de comunicación.

Los campos del conocimiento evolucionan creando nuevas necesidades que las futuras generaciones habrán de completar con una formación cultural amplia, completándola en el transcurso de su vida según aparezcan nuevos aspectos que les interesen en su formación y así asegurar la toma de decisiones.

Pero no hay que dejar en el olvido los elementos formativos directos, en los que la tutela maestro-discípulo es esencial para facilitar la madurez del individuo.

La situación actual de todos los niveles de la educación se encuentra inmersa en una espiral de cambio y adaptaciones a las corrientes evolutivas del conocimiento que viene transformando a gran velocidad todos los ámbitos. Las competencias, los controles, las evaluaciones y las acreditaciones, mantienen en una constante inestabilidad al profesorado, al que se le valora de manera indiscriminada, con unos protocolos establecidos. La inquietud por la estabilidad que cada vez es más lejana se convierte en un maratón de obstáculos, donde se centran todas las energías, muy lejanas de la buena trasmisión de los contenidos de un correcto magisterio.

Por otra parte, las nuevas generaciones de estudiantes que se incorporan desde un contexto superfluo apoyado en las nuevas tecnologías, están habituadas a una velocidad de información en la que son incapaces de captar, comprender, seleccionar, memorizar y aplicar, de manera adecuada.

Los centros educativos no son más que vivo reflejo de la sociedad en que se encuentran. De manera que hemos de ser lo suficientemente coherentes como para que dichos centros, ya sean de carácter estatal o no, funcionen como empresas competitivas donde sus propias bases sean productivas y rentables, dándoles el carácter innovador que esta sociedad nos demanda. Esa libertad económica les garantizará su futura integración social y la propia demanda asegura la existencia y su libertad, constituyendo una función esencial para el Sistema Nacional de Innovación Educativo.

Esta integración social depende del perfil formativo de los individuos y está relacionada con la estructura interna de los centros de formación, que obligan al profesorado a un esfuerzo continuo para actualizar los conocimientos que garanticen el éxito y la competitividad del sistema.

A las etapas educativas corresponde el desarrollo de estructuras mentales, idóneas para instruir la capacidad de pensamiento cognoscitivo y estimular el reflexivo, aumentando la creatividad. Todas ellas son necesarias para absorber, comprender y actualizar la preparación de los individuos. Las circunstancias actuales favorecen estas etapas que con las nuevas tecnologías, como fuentes de conocimiento, facilitan el proceso de formación.

Todo depende del carácter e inquietud de los individuos y de las fuentes que se elijan en el aprendizaje, ya que estos recursos no son siempre los idóneos y han de seleccionarse cuidadosamente, pues la facilidad que dan estas herramientas satisfacen a los interesados y pueden quedarse tan sólo en un ámbito superficial del conocimiento. Es más, con el paso del tiempo, se realiza una síntesis de maduración de la formación que se reestructurará, integrándola en los nuevos avances científicos.

Universidad - Desarrollo empresarial en I+D+i (Investigación + Desarrollo + innovación)

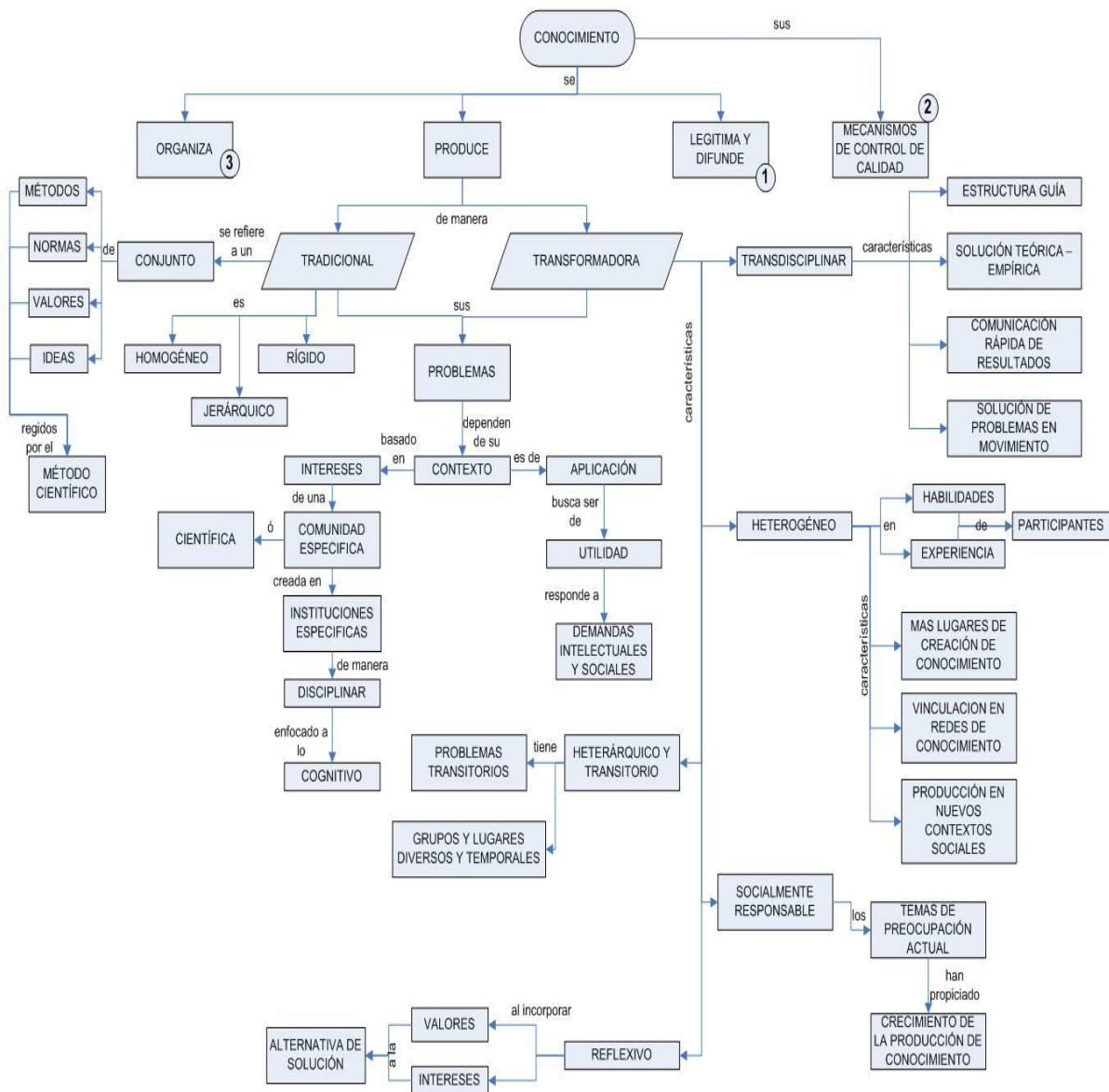
Los expertos en economía actuales insisten en que, para aumentar la competitividad, se debe hacer a través del perfeccionamiento del conocimiento, desarrollando los proyectos de investigación e innovación que precise la sociedad.

Contamos ya con más de cuatro décadas de experiencia en el ámbito de la investigación, innovación y desarrollo desde la universidad, y de ahí ha emanado un nuevo sistema de producción de conocimiento, más dinámico y fructífero, que integra a la universidad con la sociedad, dando al conocimiento científico-técnico una aplicación directa en el aprendizaje universitario. De esta manera se han ido transformando los centros de carácter científico y/o tecnológico en entidades de I+D+i rentables.

Ha sido una faceta muy enriquecedora, con creación de departamentos de carácter empresarial, institutos y con nuevas patentes, que aportan no sólo recursos, sino que encumbran a niveles de excelencia a la propia universidad.

Las Oficinas de Transmisión de la Investigación (OTRI) de la universidad son los estamentos institucionales a los que se dirigen las empresas para invertir en busca de científicos que pueden establecer nuevos caminos del conocimiento aplicado para mejorar su competitividad. Estos docentes-investigadores se ven sobrecargados y funcionan con metodologías científicas constituyendo plataformas empresariales que emergen en el mercado de la innovación con facilidad para estimular desde el conocimiento al pensamiento de los individuos que se afiancen en la decisiones innovadoras.

Desde la visión de Gibbons [6] presentamos un esquema del desarrollo del conocimiento en función de la innovación empresarial.



Sociología e innovación en la producción artística y su conservación

En este contexto, los profesionales creativos requeridos por la sociedad precisan con urgencia la búsqueda de nuevos referentes a los desconocidos perfiles que se les demanda. Las estructuras organizativas actuales de nuestra sociedad condicionan el desarrollo positivo de nuestros medios económicos y la adecuación de éstas a las exigencias de la Economía del Conocimiento.

La producción artística se encuentra en las manos de grandes galeristas, mercados privados y subastas, quienes desarrollan estrategias de mercado considerándose los únicos que pueden determinar dónde se encuentra una buena inversión para la especulación. Al encontrarnos en el límite de estas rígidas organizaciones, verticales, donde predomina el control sobre la colaboración, el mandato frente al dejar hacer y donde no se admite el errar como método de mejora, observamos que todos estos parámetros inciden negativamente en la libre expectativa de desarrollo y no facilitan la entrada en las dinámicas de la nueva economía.

La aplicación de procesos de innovación socio-artística con aspectos institucionales será crucial para superar dicho reto. Hay que tener en cuenta que el perfil empresarial de los productores artísticos mantiene características comunes al resto empresarial regulado por el Ministerio de Hacienda. Las figuras laborales varían desde ser entidades unipersonales como autónomos, a participar en empresas de numerosos trabajadores con demandas de producciones artísticas muy específicas (en laboratorios de conservación, contratos de ejecución, estudios de cine, etc.).

El primer paso que pretendemos dar y que determinará todo el proceso, es estudiar exhaustivamente elaborando proyectos, analizando los problemas que queremos solventar o el objetivo que queremos conseguir. Todo esto es fundamental para optimizar los medios y recursos y para alcanzar una óptima calidad e innovación. La integración de todos los miembros de la organización en el proyecto de innovación permite diseñar entornos más dinámicos y perfeccionados, ya que cada miembro conoce en profundidad su ámbito de desarrollo y qué puede cambiar para llegar a ese proceso de innovación.

Los diferentes espacios a analizar se enmarcan en dos dinámicas. La primera, la dinámica de los factores sociales posibilitantes del potencial artístico de la época, que se mantiene en estado expectante hasta que surge la segunda, la dinámica de los factores determinantes o limitantes, que determinan la actuación y su dirección

convirtiéndose en activa. Estos dos ámbitos son los que conducen a los tres siguientes agentes, entre los que encontramos: el papel social de los productores de las obras de arte y los conservadores, por otra parte, la escala de valores dominantes que establece las normas vigentes y, por último, las relaciones sociales de comunicación artística que establecen el gusto artístico y su mercantilismo.

En definitiva, los productos artísticos se encuentran sujetos al espacio-tiempo y a la sociedad que determina las necesidades, el gusto, el mercado, etc. (fig. 4)

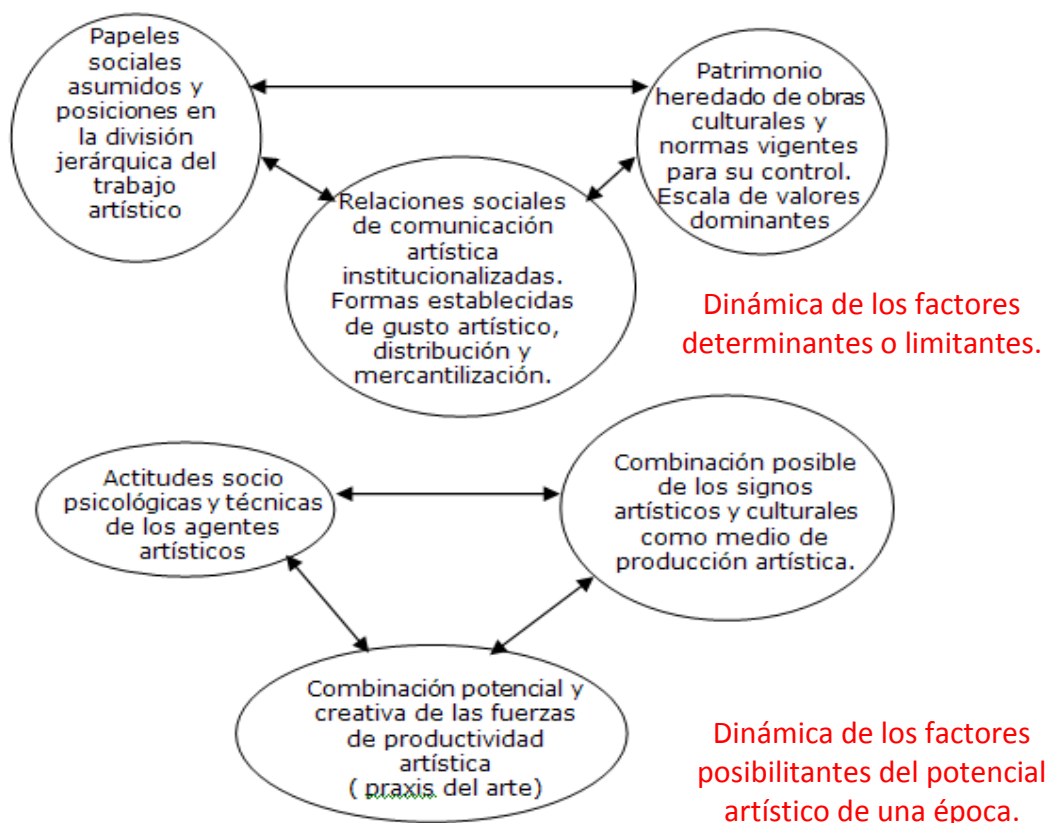


Fig. 4: Dinámica artística-social de la productividad artística.

Calidad

Consultando el diccionario de la Real Academia Española, la calidad se refiere al valor intrínseco de una cosa o al valor relativo que resulta de compararla con otras de su misma categoría. Asimismo, calidad significa bondad, nobleza de cualidades morales y con buenos valores propios. La calidad es un medio o valor añadido, elemento esencial para lograr mayores niveles de competitividad y productividad.

Como se trata de un parámetro controlable, debe contar con unos protocolos adecuados en cada ámbito del servicio social que se puedan evaluar. Diseñadas adecuadamente esas normativas y lo suficientemente sensibles para que se adapten a la evolución del conocimiento científico, los profesionales en activo tendrán que adaptarse a los cambios de procesos, actitudes, materiales, técnicas, capacidades y habilidades que surjan.

La demanda actual obliga a los profesionales competitivos a mantener actualizados los nuevos conocimientos y a estar familiarizados con los cambios tecnológicos y las competencias de mercado, los abaratamientos de costos y de tiempos sin que incida en los máximos niveles de optimización.

Los límites de competencia en el mundo empresarial nos han llevado a unos niveles de falta de calidad que perjudican a las actuaciones generales que inciden en la ética profesional; sobrecargada por la búsqueda de beneficios en los costos alcanzando unos límites de inquietud social. Esto establece un punto de inflexión en el que deben participar, como norma, todos los implicados en cualquier actuación para que nadie de la cadena pueda eludirse de los parámetros instituidos (fig. 5).

La calidad, como requisito fundamental que marca las características de la producción artística como objeto singular y único, responde a unos costes muy específicos que deben estar estudiados desde una perspectiva científica e innovadora y que garanticen una serie de premisas establecidas por la ética, la estética, el mercado, la sociedad, la política, los conocimientos profesionales y el gusto.

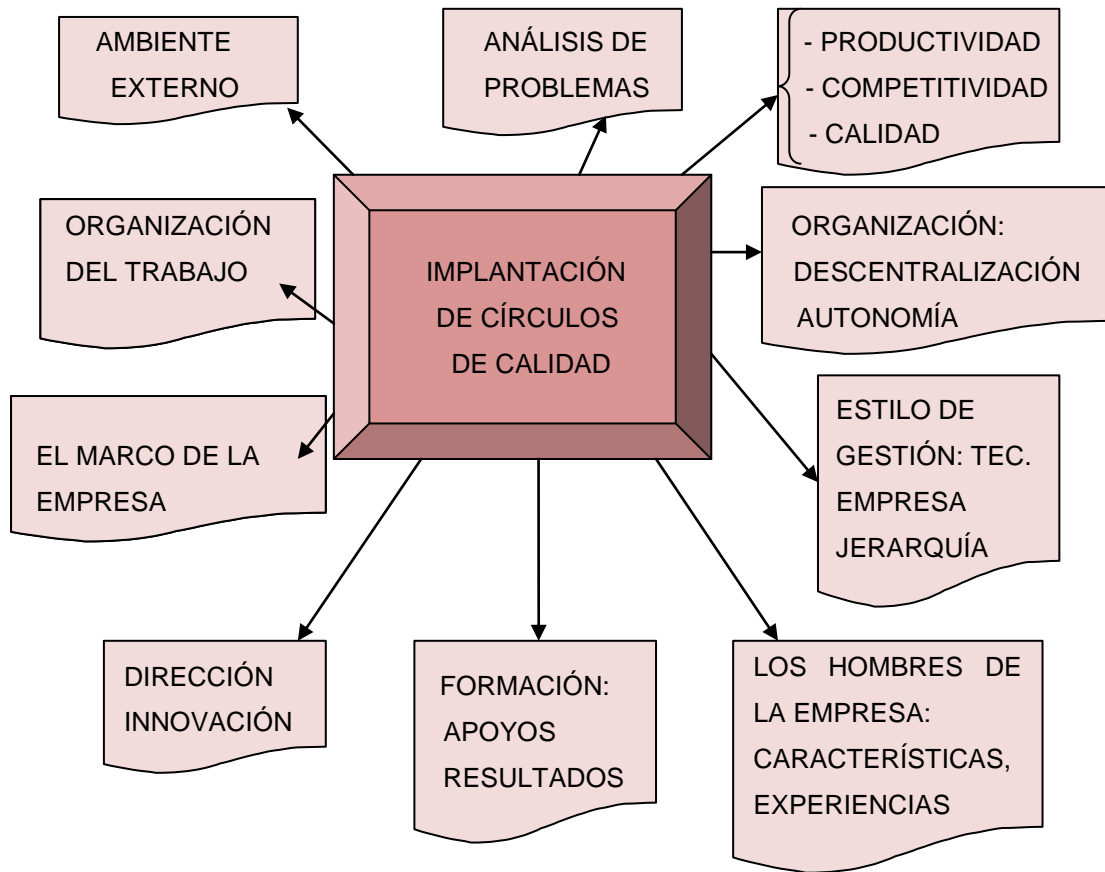


Fig. 5: Ámbitos de implantación de los parámetros de calidad.

La innovación y el mantenimiento de las obras de arte

La realidad actual de los profesionales es que deben contar con altos niveles de especialización. Pero está muy claro que su destino individual reside en sus propias manos.

Los procesos de la conservación-restauración son lentos y costosos por lo que hay que analizar diferentes parámetros que la hagan más asequible, ya que mantener el patrimonio es una necesidad tanto particular como colectiva e institucional.

El carácter individualista de los especialistas hoy en día debe transformarse en un esfuerzo colectivo de profesionales que abarcan más ámbito del conocimiento convirtiéndose en más eficaces, económicos, abarcando más mercado y optimizando sus esfuerzos. La calidad como requisito fundamental que marca las características de la ejecución técnica como potenciación del objeto singular y único, responde a unos costes muy específicos que deben estar estudiados desde una perspectiva científica e innovadora. Todos estos parámetros garantizarán una serie de premisas establecidas

por la ética, la estética, el mercado, el gusto de la sociedad, la política y los conocimientos profesionales. La calidad es un valor añadido, elemento esencial para lograr mayores niveles de competitividad en productividad, ya que se trabaja sobre obras únicas.

En la actualidad hay que replantear fundamentos inalienables por los que nos hemos dirigido durante generaciones, ya que se defiende la obra original entre sus valores de calidad, como única e irremplazable y como elemento de referencia. Pero en la actualidad, en obras de arte de gran valor y reconocimiento o en el mercado del arte contemporáneo, se presentan réplicas en exposiciones itinerantes, ante las cuales, los espectadores no alcanzan a distinguir entre la réplica y el original.

¿Hasta qué punto, en las generaciones venideras, se van a valorar los objetos originales como punto de referencia en el aprendizaje de los valores, cuando se encuentran habituadas a la lectura de imágenes virtuales donde desaparecen matices y sutilezas estéticas en beneficio del concepto espacio-tiempo?.

Por otra parte, los intereses políticos y su mano ejecutora, los curadores de los museos, han decidido que la función de los museos los convierta en centros de explotación cultural donde los eventos de inauguración y la atracción de las masas están unidos al marketing, dejando en un segundo plano las obras de arte y su poder formativo frente a la sociedad.

¿Qué va ocurrir con las obras que cuenten con reconocimiento socio-cultural y se encuentran en colecciones que las utilizan, única y exclusivamente, para su explotación, productoras de recursos económicos y/o político-sociales, convirtiéndolas en meras mercancías?.

Conclusiones

- Los cursos específicos que aparecen ante las demandas sociales que actualizan la formación hacia el carácter innovador, aportan nuevas conductas a las que los profesionales debemos estar atentos.
- La obtención y mejora de productos extraídos de la industria y descubrimientos científicos, en estructuras mínimas, como es la nanotecnología, en la que los productos no pierden sus propiedades y se integran con mucha más facilidad, pueden mejorar las actuaciones de conservación-restauración.
- Por otra parte, el mundo de la biología, como alternativa a la conservación del medio y el equilibrio de la naturaleza, con materiales no tóxicos, garantiza la calidad del trabajador.

- La alternativa que nos ofrece la no intervención sobre las obras, en las que no solamente se deja nuestra huella del contexto, sino que incidimos en ellas con tal gravedad que les crea un demérito en relación con el original.
- La microcirugía actual y futura, a distancia, con apoyo de las nuevas tecnologías facilitará y mejorará las intervenciones en el patrimonio y pronto se podrá realizar a control remoto, como en la cirugía humana se viene realizando.
- Las nuevas tecnologías son herramientas fundamentales de trabajo, pero siempre en su justa medida, hay que valorarlas como medios auxiliares de gran utilidad.
- La diagnosis y los protocolos, asentados en las nuevas tecnologías científicas, nos dirigen hacia los procesos de intervención y con ellos, se pueden establecer estrategias preventivas.
- Los nuevos medios formativos que nos facilitan los avances tecnológicos nos llevan a plantear el estudio del potente mundo virtual de la imagen artística y su incidencia en la conservación del patrimonio, todo un ámbito en el que comenzarán a existir necesidades.

Por último, hay que desatarse de los modelos preconcebidos, comenzando desde las bases más elementales, buscando nuevos caminos en los que se cuestione cada paso como si se tratase de un juego, donde se debate desde la perspectiva contraria que nos facilita el contraste desde una línea de ambigüedad y convirtiéndose en una lucha desde los límites.

No podemos olvidar que estas sugerencias inciden directamente en la estabilidad de la estructura de las obras de arte; de esta manera, la experiencia de los procesos es esencial y se encuentra sujeta a grandes mejoras científicas.

Bibliografía

- 1 DE LA TORRE, Saturnino: *Creatividad aplicada*, Barcelona: Ed. PPU/Autores, 1997.
- 2 BESSEMER, TREFFINGER: "Analyses of creative products: review and synthesis", *Journal of Creative Behavior*. Vol. 15 Nº 3 pp. 158-178.
- 3 STERNBERG, R. J., LUBERT, T. L.: *La creatividad en una cultura conformista. Un desafío a las masas*, Barcelona: Ed. Paidós, 1995.
- 4 RICARTE, J. M.: "Creatividad e innovación. El pensamiento productivo en la empresa", *Creatividad y sociedad*. Nº 0 (2001) pp. 29-32.
- 5 DE LA TORRE, Saturnino: *Innovación educativa*, Madrid: Dykinson, 1997.

- 6 GIBBONS, R. D., HEDERKER, D., CHARLES, S. C., FRISCH, P. R.: "A random-effects profit model for predicting medical malpractice claim", *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 89 Nº 427 (1994) pp. 760-767.

Bibliografía complementaria

BARBAS, E.: *Innovación. 100 consejos para inspirarla y garantizarla*, Barcelona: Ed. Libros de Cabecera, 2011.

GOMBRICH, Ernst: *Freud y la psicología del arte*, Barcelona: Ed. Barral Barcelona, 1971.

TRIGO AZA, Eugenia: *Creatividad y motricidad*, Barcelona: Ed. Inde Barcelona, 1999.

Autor

María Teresa Escohotado Ibor realiza sus estudios durante los años 70 en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, completándolos con la especialidad en Conservación y Restauración. Completa los estudios con la diplomatura en Conservación y Restauración de Pintura así como la especialidad de soportes documentales en la Escuela Superior de Conservación y Restauración. Desarrolla la tesis doctoral en la Facultad de Bellas Artes sobre *Conservación y restauración de Arte Contemporáneo*. Cursa el primer máster de Museología de la Complutense. Disfruta de numerosas becas y estancias en Francia, en la Escuela del Louvre, y en Italia, en el ICCROM.

Tras superar las oposiciones de enseñanza media, en los años 80, se dedica a ella durante 6 años y posteriormente se incorpora como profesora contratada a la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense para impartir Restauración de Pintura Mural y Conservación y Restauración de Arte Contemporáneo, donde desarrolla su labor docente durante 18 años como Profesor Titular de Universidad. Desde el año 2000 se incorpora como Catedrático de Universidad en la especialidad de Conservación y Restauración en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

En el campo de la investigación cuenta con más de cien proyectos, tanto competitivos de carácter nacional como contratos con empresas administrados a través de la OTRI. Ha realizado una veintena de publicaciones y participa como miembro en diferentes comités de congresos, seminarios y cursos de verano potenciando la especialidad de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

INNOVACIÓN EN EL MUNDO DE LA EMPRESA DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Néstor Guerra Escohotado

En el presente capítulo propondremos la metodología de innovación en modelos de negocio de Alex Osterwalder [1] adaptada al mundo de la empresa de conservación y restauración de arte y que permitirá a los licenciados de Bellas Artes describir modelos de negocios tanto de su empresa como de la competencia. Además, se pretende reforzar los conceptos vistos durante el taller del 6 de junio de 2011 para ayudar a reflexionar, diseñar e innovar nuevos modelos de negocio de una manera sencilla y práctica.

In this chapter we will propose the methodology for business models canvas of Alex Osterwalder [1] adapted for art conservation and restoration businesses which will allow graduates of Arts to describe business models of their company and their competitors. It also aims to reinforce the studied concepts during the workshop of June 6th, 2011 in order to help to think, design and innovate new business models in a simple and practical way.

*Modelo, negocio, innovación, lienzo, diseño, arte, restauración
Model, business, innovation, canvas, design, arts, restoration*

Introducción: ¿Qué está pasando en otros sectores que no está pasando en el sector de la conservación y restauración de arte?

En este momento en el cual tanto se habla del emprendedor como catalizador del nuevo empleo y riqueza, creo que es importante reivindicar a los conservadores y restauradores de arte como emprendedores claves en este país, y ayudarles como se está haciendo con otros sectores. Y no sólo con financiación o ayudas específicas, sino también con asesoramiento, *mentoring* y formación.

Esto es lo que está pasando en otros sectores que no está pasando en el sector de la conservación y restauración de arte: hay asociaciones de emprendedores para servicios en internet, aceleradoras e incubadoras para *startups* tecnológicas, ayudas específicas para empresas de servicios energéticos, formación en Escuelas de Negocios para emprendedores sociales, asignaturas en las Escuelas de Ingenieros específicas de dirección y administración de empresas...¿y que tenemos en el sector de la conservación y restauración de arte?.

Deberíamos potenciar una cultura emprendedora que creara riqueza con el inmenso conocimiento del que se dispone en nuestras universidades y el fantástico patrimonio del cual contamos. Creo que parte del éxito no sólo es formar a magníficos profesionales sino también audaces emprendedores. Esto creará nuevas oportunidades en el sector y promoverá innovaciones en los modelos de negocio que

cambiarán las reglas del juego como ya ocurre con sectores como el de la música, la prensa o las telecomunicaciones.

De poco sirve todo el esfuerzo de innovaciones en procesos, técnicas y materiales que se están haciendo si esto al final no está soportado por una red de negocios rentables, recurrentes y escalables. La financiación pública, como se está viendo ahora, no podrá soportar en pérdidas todo este coste. Cuanta más riqueza se genere de manera privada más innovaciones veremos, y si esto no es así, muchas de las innovaciones acabaran en las bibliotecas.

Tenemos que entender todos, que el éxito de las empresas de conservación y restauración de arte es el éxito del esfuerzo de las universidades, del sector del arte y del patrimonio de este país.

¿Qué vamos a aprender en este capítulo que ayude a los restauradores y conservadores?

Vamos a aprender a usar una herramienta que nos permitirá entender los modelos de negocio e innovar sobre ellos, para después, probarlos en el mercado. No se requieren grandes conocimientos en dirección y administración de empresas, sólo capacidad de trabajar en grupo. Esta herramienta ha sido usada con éxito, no sólo por grandes compañías sino también por un sinnúmero de emprendedores y pequeños empresarios en sitios tan emblemáticos como Silicon Valley y actualmente está siendo incluida en los temarios de las Escuelas de Negocios más prestigiosas del mundo. Se trata de una herramienta que está diseñada para simplificar la tediosa labor del diseño de empresas y lo simplifica para que cualquiera pueda entender conceptos complejos en el funcionamiento de un negocio.

Entendiendo qué es un modelo de negocio

Definiciones de modelo de negocio

Existen varias aceptaciones válidas para definir modelo de negocio. Por ejemplo, si buscamos en wikipedia [2] la definición de modelo de negocio nos encontramos con que “un modelo de negocio es el mecanismo por el cual un negocio trata de generar ingresos y beneficios”.

No obstante para este artículo se tomará la definición de Osterwalder en su disertación doctoral [1, p. 15]: “Un modelo de negocio es una herramienta conceptual que, mediante un conjunto de elementos y sus relaciones, permite expresar la lógica mediante la cual una compañía intenta ganar dinero generando y ofreciendo valor a uno o varios segmentos de clientes, la arquitectura de la firma, su red de aliados para crear, mercadear y entregar este valor, y el capital relacional para generar fuentes de ingresos rentables y sostenibles”.

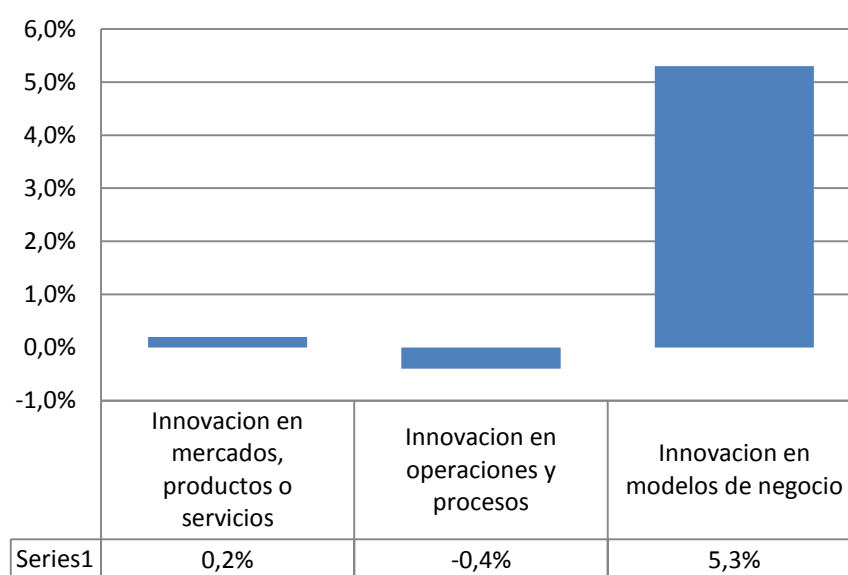


Tabla 1: Crecimiento del margen operativo por encima de sus pares competidores.

Esta definición nos da una base de trabajo para elaborar herramientas de análisis de negocios así como usar técnicas de creatividad sobre estas herramientas a fin de innovar en los modelos de negocio. La importancia de esto radica en la enorme oportunidad que supone innovar los modelos de negocio frente a otras innovaciones, como las orientadas a productos, servicios, procesos o procedimientos. En la tabla 1 [3] vemos la importancia de la innovación en los modelos de negocio en crecimiento de margen operativo según el enfoque de innovación.

Lienzo de modelos de negocio

Uno de los problemas más importantes a la hora de entender los modelos de negocio es que no siempre se tiene el mismo enfoque. La tarea de diseñar e innovar modelos de negocio recae por lo general en el *Chief Executive Officer (CEO)*, consejero delegado, presidente, director general o responsable de la empresa, siendo gran parte de su función entender el modelo de negocio y comunicarlo a sus colaboradores y suele estar plasmado en un plan de negocio.

Este plan de negocio pocas veces resulta claro y sencillo de entender.

No obstante es raro que todo el equipo de gestión tenga la misma visión del modelo y esto suele ser la consecuencia de que no existe un lenguaje común que permita fácilmente describir y gestionar modelos de negocio.

“Sin este idioma resulta difícil cuestionarse de forma sistemática las percepciones personales del modelo de negocio y por lo tanto tener éxito a la hora de innovar” [1, p. 15].

Es por esto que lo primero que vamos a presentar es una herramienta que nos permita a todos usar el mismo lenguaje cuando describamos modelos de negocio. Esta herramienta nos permitirá entender todos lo mismo y usar la fuerza de *co-creación* en grupo.

Para ello vamos a analizar el *business model canvas (BMC)* o lienzo de modelos de negocio de Alex Osterwalder. Según este análisis existen nueve bloques que describe un modelo de negocio de una manera más o menos completa cubriendo las principales áreas de un negocio: cliente, oferta, infraestructura y viabilidad económica.

Bloque de clientes

Este primer bloque describe a los diferentes grupos de personas o entidades a los que se dirige nuestra empresa.

En nuestro caso, podemos estar ofreciendo servicios o productos al mercado de masas, pero por la propia naturaleza de la profesión también podemos segmentar por mercados que tengan necesidades, problemas o inquietudes comunes.

Los propietarios de obras de arte pueden ser un segmento interesante, pero también las empresas privadas, organismos públicos o incluso entidades sin ánimo de lucro propietarias de arte.

También podemos fijar un mercado nicho, por ejemplo, fabricante de materiales, proveedores de servicios de restauración o incluso entidades de certificación de sistemas de gestión, productos o servicios.

Es importante no tener límites por culpa del objeto de arte como foco para encontrar clientes. Aquí cabe hacernos preguntas como, ¿qué otros segmentos podemos atacar

que puedan usar las soluciones que aplicamos al arte?, ¿qué otros segmentos son usuarios de arte, aunque no propietarios?, ¿qué cliente consume arte de otras formas donde la conservación y restauración pueda ser clave?.

¿Por qué no pensar en clientes que son consumidores y productores de nuevos formatos de arte?. Un segmento de este tipo pueden ser los grafiteros, tatuadores o diseñadores de videojuego. ¿Qué nuevas necesidades tienen?, ¿cómo nuestro conocimiento en conservación y restauración puede proveer soluciones de valor a estos nuevos segmentos de clientes?.

La clave es perder el foco del arte y buscar segmentos nuevos. Empieza por preguntarte qué para tí es arte, quién lo consume y qué problemas tiene.

Bloque de propuesta de valor

En este bloque definiremos el conjunto de servicios o productos que crean valor para el segmento de mercado específico.

“La propuesta de valor es la mezcla de la conveniencia, calidad, precio, servicio y garantía que la organización ofrece a sus clientes. La propuesta de valor apunta a orientarse a ciertos clientes, es decir, tiene cierto mercado objetivo, también conocido como Target de mercado, o segmento objetivo” [1, p. 22].

Aquí deberíamos hacernos preguntas como ¿qué valor proporcionamos a nuestros clientes?, ¿qué problema ayudamos a resolver?, ¿qué servicios ofrecemos a cada segmento de mercado?.

El valor puede ser cuantitativo (precio, velocidad del servicio...) o cualitativo (diseño, experiencia de cliente, valor emocional...).

Podemos usar como focos para valor los siguientes elementos:

Novedad, mejora del rendimiento, personalización, diseño, marca, status, precio, producción de costes, producción de riesgos, accesibilidad, comodidad o usabilidad.

Está claro que una de las propuestas de valor a la hora de restaurar una obra de arte es aumentar su valor económico, pero podríamos buscar, dentro de los problemas y necesidades del cliente, nuevas preguntas que planteen nuevas propuestas de valor.

¿Podríamos regularizar un sector con normas de calidad?, ¿dar servicios de restauración garantizando un valor de venta de la obra, quizás asociándonos con casa de subastas?, ¿podríamos dar servicios donde el propietario sea también parte de la restauración, obteniendo experiencias de servicio distintas?, ¿podríamos ahorrar costes haciendo que el cliente realizara esta parte?.

Otra vez mi consejo es no anclarnos en las propuestas que históricamente ha tenido el sector, sino buscar nuevas propuestas de valor agregado. ¿Es posible un servicio de

restauración en casa del cliente en veinte minutos mientras se toma un café o lee una revista?.

Buscar propuestas de valor de otros sectores y probarlas en el nuestro puede ser un interesante ejercicio que puede abrirnos infinidad de oportunidades inexploradas.

Bloque de canal de distribución

En este bloque se explica el modo en que nuestra empresa se comunica con los diferentes segmentos de clientes para llegar a ellos y proporcionarles la propuesta de valor.

Los canales de comunicación, distribución y venta establecen el contacto entre el cliente y la empresa. Las preguntas que tenemos que hacernos para pensar en nuestro canal son, ¿qué canales prefieren nuestro segmento de cliente?, ¿cómo establecemos contacto normalmente con los clientes?, ¿cómo es la mecánica de canales en nuestro mercado?, ¿cuáles son los más rentables?, ¿cómo se integran en las actividades diarias de nuestros clientes?.

En la siguiente tabla podemos ver a modo de resumen los tipos de canales que existen y las fases de estos canales.

Tipo de canal	Fases del canal						
Propio	Directo	Equipo de ventas	Información ¿Cómo damos a conocer nuestros servicios?	Evaluación ¿Cómo les ayudamos a evaluar nuestra propuesta?	Compra ¿Cómo va a poder comprar?	Entrega ¿Cómo le entregamos la propuesta de valor al cliente?	Postventa ¿Qué servicios de atención postventa ofrecemos?
		Ventas por internet					
Socio	Indirecto	Tiendas propias					
		Tiendas de socios					
		Mayorista					

Esta tabla nos puede llevar a reflexiones interesantes de cómo se entregan las propuestas de valor a los clientes. ¿Estamos usando internet como canal?, ¿y las redes sociales?, ¿es posible comunicar, evaluar, comprar, entregar algún tipo de servicio de conservación y restauración de arte sobre smartphones o tablets?, ¿cómo nos podemos aprovechar sectores en crecimiento como es éste?, ¿podemos incrementar la base de clientes si mejoramos el canal?, ¿cómo podemos integrar mejor otros canales?.

Bloque de relación con el cliente

En este bloque vamos a describir los distintos tipos de relaciones que tenemos con nuestros clientes.

La relación con los clientes puede estar basada en la captación de clientes nuevos, en la fidelización de los que ya tenemos o en estimular la venta. En función de estas bases podemos establecer relaciones desde las más personalizadas (*account managers*) a las más automatizadas (*www*), pasando por distintos grados de contacto personal (*call centers*).

La innovación en este bloque ha sido clave para muchas empresas que han sabido diseñar experiencias nuevas a los clientes desde la creación de nuevas relaciones. Además las comunidades y la web 2.0 han permitido descubrir niveles de relación entre empresa y cliente antes desconocidos. Tenemos ejemplos muy interesantes de cómo la banca online se relaciona a través de Twitter con sus clientes.

Las preguntas que caben en este bloque son, ¿qué tipo de relación esperan los distintos segmentos de mercados?, ¿qué tipo de relaciones hemos establecido o tiene la competencia?, ¿cuál es su coste?, ¿cómo se integran en la cultura de nuestro modelo?, ¿qué estrategia de gestión de relaciones tenemos?.

Otra vez, podemos buscar buenas preguntas para encontrar campo de innovación. ¿Qué de buenas son las relaciones con los mejores clientes?, ¿qué nivel de personalización tienen?, ¿qué podemos copiar de otras empresas y su relación con sus clientes?, ¿es posible usar métodos del pasado?.

Bloque de modelo de ingresos

En el presente bloque vamos a buscar los flujos de caja de nuestro modelo, esto es, los ingresos que obtenemos por entregar a nuestro cliente la propuesta de valor.

Las preguntas clave que tenemos en este bloque son, ¿por qué valor está dispuesto a pagar cada segmento del mercado?, ¿cuánto?, ¿por qué pagan actualmente?, ¿cómo pagan?, ¿cómo les gustaría pagar?.

Tenemos diferente forma de generar ingresos en nuestro modelo, algunos ejemplos son:

1. Venta de activos
2. Cuota por uso
3. Cuota por suscripción
4. Préstamo y alquiler
5. Concesión de licencias
6. Gastos de intermediación
7. Publicidad...

También es importante conocer los mecanismos de fijación de precios, los cuales nos ayudarán a diseñar un precio a nuestra propuesta de valor acorde con cada mercado o cliente.

La siguiente tabla propone distintos mecanismos de fijación de precios:

Fijos	Dinámicos
Lista de precios fija	Negociación
Según características del producto o servicio	Gestión de la rentabilidad
Según segmento de mercado	Mercado en tiempo real
Según volumen	Subastas

No obstante, las políticas de fijación vienen determinadas en su mayor parte por tres enfoques distintos:

- Basados en el coste, que supone el coste de producir o entregar el servicio o producto más el margen comercial establecido por mercado.
- Basados en la demanda, lo que están dispuestos a pagar mis clientes por mis servicios o productos.
- Basados en la competencia, los precios que tienen mis competidores en mercado.

Bloque de recursos claves

Lo que se pretende explicar en este bloque es cuáles son nuestros recursos más importantes para poder llevar a cabo nuestro negocio. Esto son las herramientas, personas, emplazamientos, materiales o cualquier tipo de cosa que se necesite para poder llevar a cabo la propuesta de valor.

Recursos claves ejemplo que puede necesitar un negocio relacionado con la conservación y la restauración pueden ser los materiales y utensilios necesarios para poder realizar los trabajos de conservación y restauración de una obra.

Cada negocio tiene propuestas de valor diferentes que se tendrán que apoyar en recursos claves distintos, incluso propuestas de valor parecidas pueden soportarse sobre recursos muy diferentes.

Se pueden identificar cuatro tipos de recursos típicos, como pueden ser los recursos físicos, es decir, los materiales o los recursos intelectuales como son los procedimientos que la empresa de conservación y restauración haya creado para realizar su trabajo de una manera óptima o patentes de procedimientos de restauración desarrollados por ellos. Otro de los recursos más importantes es el humano, los miembros necesarios del equipo que se necesitan para desarrollar la

propuesta de valor. En este caso serían los especialistas, licenciados e incluso gestores que pueden ser necesarios para llevar adelante el negocio. Los recursos económicos, el último a nombrar, es uno de los problemas que actualmente pueden ser una fuerte barrera de entrada en la emprendeduría. Esto abarca la financiación que son líneas de crédito, o cualquier tipo de monitorización que pueda permitir llevar adelante la idea.

Para poder obtener los recursos clave que se deben identificar de la propuesta de valor que se haya planteado, se deben preguntar cosas como, ¿qué recursos son los más esenciales para poder llevar a cabo el negocio?.

Muchas veces se cree que se requieren más cosas de las que en verdad se necesitan, pudiendo ser las mínimas para poder sacar la idea adelante, con lo que también es interesante preguntarnos si ¿son todos los recursos que hemos detectado estrictamente necesarios?, ¿se pueden encontrar recursos sustitutivos que no impliquen un coste elevado?.

Bloque de actividades claves

Para poder conseguir llevar a cabo el negocio hay que tener claro que se han de realizar una serie de tareas que terminen generando su propuesta de valor. Esas tareas son las que se denominan actividades claves, son los trabajos, acciones y demás funciones que permitirán llegar a buen puerto y tener éxito.

Dentro de estas actividades se pueden remarcar las de producción, resolución de problemas y estructura. Las actividades de producción se centran en las acciones y fases que se han de realizar para conseguir la creación del producto, incluyendo todos los procedimientos que se tengan que seguir para llevarlo a cabo. Las actividades de resolución de problemas están relacionadas con la “*búsqueda de soluciones nuevas a los problemas individuales de cada cliente*” [1, p. 37]. La estructura hace referencia a la masa crítica necesaria en algunos tipos de negocio que requieren de un volumen de usuarios mínimo para poder llevar a cabo el negocio, así como la solución tecnológica que lo gestiona.

Siguiendo con las preguntas nos deberíamos plantear, ¿cuáles son las actividades más importantes que realizo en mi negocio para conseguir la propuesta de valor?.

Se ha de intentar focalizar las actividades. Realizar demasiadas actividades o no tenerlas bien localizadas es un gran problema.

Bloque de relación con socios

Ahora hay que hablar del soporte que tenemos para que se pueda llevar a cabo el negocio. Se hace referencia a los socios que nos ayudarán siendo parte de la solución, como pueden ser las empresas de transporte que mueven las obras de arte o las galerías que pueden ser las que nos ayuden en la captación de clientes. Este parte del diagrama hace referencia a todos esos asociados que nos ayudan de alguna manera a conseguir que funcione el negocio.

Deben nombrarse los cuatro tipos de asociaciones más importantes. Primero, la alianza estratégica entre empresas no competidoras. Un gran ejemplo sería Nokia y Microsoft para la inclusión de W7Mobile en las nuevas versiones de los teléfonos Nokia. Segundo, la competición, asociación estratégica entre empresas competidoras, por ejemplo, la asociación hecha por NH Hoteles con la cadena hotelera china HNA. Tercero, la asociación *joint ventura*, cuando dos empresas se unen para hacer otro negocio, como fue la asociación de Ericsson con Sony, haciendo que Sony se metiera en el negocio de la tecnología móvil creando un nuevo negocio para ellos. Y cuarto, relaciones cliente-proveedor, con esto se pretende asegurar que el producto le llegará al cliente. Este tipo de asociaciones se suelen dar con empresas logísticas, o fabricantes que aseguran que se tendrá el producto listo para el cliente.

Las preguntas a hacerse para detectar las relaciones que se pueden tener son ¿cuáles son los aliados que pueden ayudarme o facilitarme conseguir la oferta de valor?, ¿hay algún proveedor que puede optimizar mi proceso para generar un modelo de negocio mejor?.

Hay siempre que tener en cuenta que los socios sólo se han de tener cuando sea estrictamente necesario o que su aporte para mi modelo de negocio haga que mi oferta de valor sea más fuerte.

Bloque de estructura de costes

En este último bloque vamos a describir una de las partes importantes. Aquí se detalla todos los costes en los que se incurrirá para poder llevar el modelo adelante y conseguir, producir, distribuir, mantener y gestionar la propuesta de valor a nuestros clientes.

Se puede identificar como costes, los costes fijos, estos son los que siempre se van a tener funcione como funcione el negocio, hacen referencia a alquileres, instalaciones de producción, o las nóminas que se han de pagar a los empleados. También tenemos un coste variable, éstos sí dependen de cómo funcione nuestro negocio, como pueden ser las materias primas usadas para la producción del mismo, materiales y los

servicios logísticos que también dependerá su volumen de uso de la cantidad de pedidos que se tengan del cliente.

Aparte hay que tener en cuenta dos situaciones, producidas por el volumen o tamaño del negocio. Por ejemplo, si se hacen grandes pedidos de material, se obtienen grandes descuentos, a esto se le denomina economías de escala. Ésto es lo que se suele llamar compras al por mayor. También se pueden conseguir ventajas usando las estructuras que se han tenido que montar para alguna área de negocio para facilitar la labor a otras áreas y que se denomina economía de campo. El ejemplo claro sería las campañas de marketing o logística.

Las preguntas que se tienen que hacer aquí son, ¿cuáles son los costes que se tienen que llevar a cabo en mi modelo de negocio?, ¿cuáles son los procesos o actividades que tienen el coste más elevado?. Sobre todo, hay que replantearse si los recursos más caros son los únicos que puedo usar o si se pueden buscar alternativas más baratas. Pero es esencial tener presente siempre si la estructura de costes es viable.

Ejemplo de modelos de negocios con lienzos

Hemos visto los nueve bloques que componen la descripción de cualquier modelo de negocio (tabla 2), ahora la metodología de trabajo requiere los siguientes pasos:

1. Se imprime en un DIN A0 o en el formato más grande que se pueda un lienzo de modelos de negocio como el visto en el apartado anterior.
2. Se pega en la pared.
3. Se provee de rotuladores y post-it al grupo de emprendedores, empresarios o responsables del diseño del modelo de negocio.
4. Se escribe en cada post-it una palabra o breve descripción.
5. Se empieza a esbozar el modelo de negocio, escribiendo en cada post-it una palabra o breve descripción y discutiendo brevemente cada post-it de cada bloque.

RED DE PARTNERS	ACTIVIDADES CLAVES	OFERTA	RELACIONES CON LOS CLIENTES	SEGMENTOS DE CLIENTES
	RECURSOS CLAVES		CANALES DE DISTRIBUCION Y COMUNICACION	
ESTRUCTURA DE COSTOS			FLUJOS DE INGRESO	

Tabla 2: Lienzo de modelos de negocio.

Modelos de negocio en el sector de la restauración y conservación de arte

Ya hemos aprendido a usar los lienzos de modelos de negocio, como una herramienta visual, sencilla y práctica que nos permite que todos, desde los más expertos a los más profanos, entendamos cómo es un modelo de negocio y qué partes tiene.

Ahora vamos a pasar a la práctica. Os mostraremos un ejemplo de empresa real relacionada con el sector y vamos a entender cómo es su modelo. La finalidad es aprender a ver los negocios y plasmarlos en un lienzo. En el fondo es lo mismo que hacen los artistas.

Taller de restauración de arte

A continuación vamos a explicar el modelo de negocio de un taller de restauración de obras de arte tradicional (tabla 3).

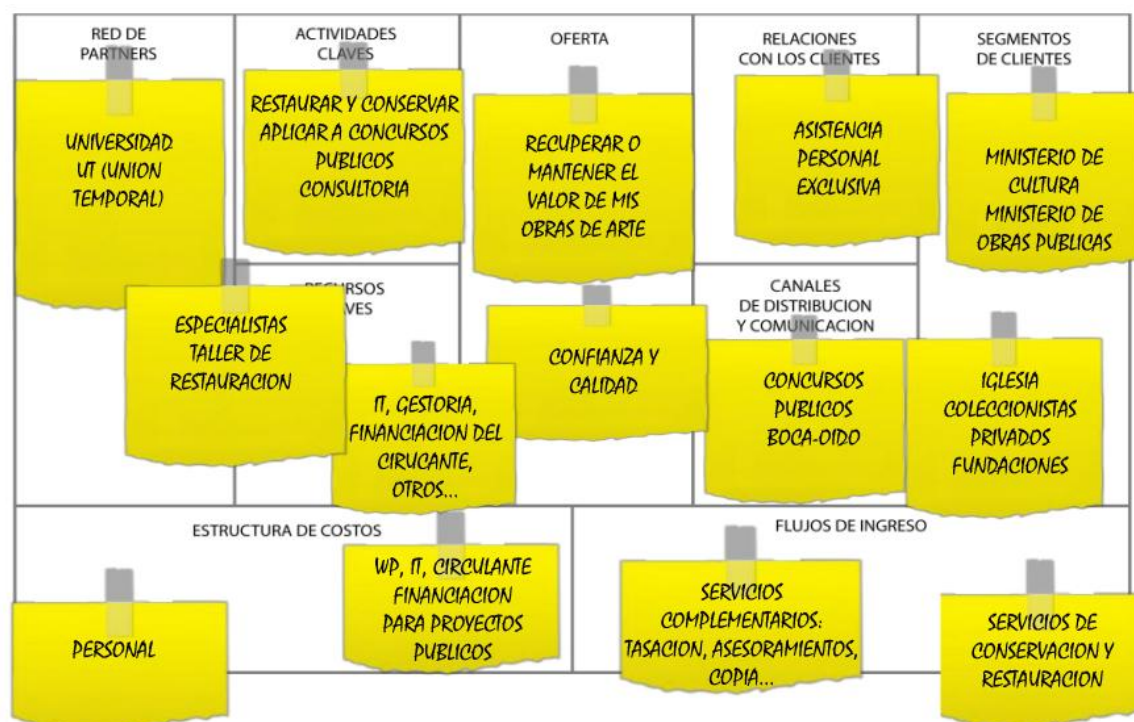


Tabla 3: Lienzo de modelo de negocio para un taller de restauración de arte.

1. **bloque de cliente:** Como hemos explicado previamente, lo primero es fijarse en quiénes son nuestro clientes. En este caso van a poder clasificarse en dos grandes grupos: clientes públicos y privados. Dentro de los públicos se pueden destacar el estado que quiere conservar y restaurar su patrimonio, distinguiendo los diferentes posibles ministerios que pueden estar más

involucrados en estos temas como pueden ser el ministerio de cultura y el ministerio de fomento. En el entorno privado entran en juego clientes de los diferentes mundos relacionados con el arte. Ya pueden ser galerías, fundaciones, coleccionistas privados, o iglesias que quieren mantener sus bienes en buen estado.

2. **bloque de propuesta de valor:** Aquí nos centramos en el aporte que ofrecemos diferencial a nuestros clientes. En este caso es el conocimiento para saber recuperar y mantener el valor de las obras de arte. Además de un gran servicio de confianza y calidad.
3. **bloque de canal:** ¿Cómo nos ponemos en contacto con los clientes?. La manera más común por la que llegamos a nuestros clientes es mediante concursos con los organismos públicos y privados o por la comunicación entre clientes que aconsejan de nuestros servicios.
4. **bloque de relación:** Para fidelizar y mantener una buena relación con el cliente los talleres lo que dan es un servicio personalizado y adaptado a las necesidades de cada cliente y servicio.
5. **bloque de ingresos:** Los ingresos vendrán por los trabajos realizados sobre las obras de arte, ya sean de conservación o de restauración. Otra manera es mediante trabajos paralelos relacionados con las obras, como pueden ser las tasaciones o los replicados.
6. **bloque de recursos clave:** Está claro que uno de los recursos clave es el especialista en restauración, además se propone todo el soporte administrativo y de gestión que puede necesitar cualquier empresa.
7. **bloque de actividades clave:** Dentro de éstas podemos destacar, por un lado, la de captación de nuevos trabajos o clientes mediante la realización de proyectos o inscripciones en concursos públicos y, por otro lado, las acciones de restauración de las obras de arte.
8. **bloque de socios clave:** Como socios clave se pueden destacar otros restauradores para poder llevar a fin obras de restauración de mucha mayor envergadura, así como la Universidad que puede llevar acuerdos.
9. **bloque de costes:** Se pueden dividir en dos partes: los costes fijos como salarios y material, y los costes variables dependiendo de las financiaciones que necesitemos para la realización de proyectos de alta envergadura.

Técnicas y herramientas de diseño de modelos de negocio

Herramientas de diseño y creatividad

La herramienta que hemos visto y que describe visualmente un modelo de negocio en nueve bloques nos permite usar técnicas de diseño y de creatividad que no eran posibles usar en un plan de negocio convencional.

Las herramientas que proponemos en esta sección son algunas que por nuestra experiencia sabemos que suelen funcionar bien a la hora innovar modelos de negocio, pero cualquier técnica es válida. Michael Michalko [4] propone en su libro *Thinker Toys* más de treinta técnicas de creatividad. Muchas de estas técnicas funcionan mejor dependiendo del problema, entorno o foco. No obstante recomendamos usar estas u otras técnicas y probar. La finalidad es que nos ayuden a crear nuevos modelos de negocio.

PO. Provocación Operativa.

Esta técnica desarrollada por Edward De Bono hace más de treinta años y publicada en su libro *PO: Beyond yes and not* [5] pretende utilizar una operación cognitiva denominada *provocación*. El ejercicio puede realizarse de forma individual o en grupo. En este último caso, recomiendo que se trabaje primero individualmente durante no más de dos o tres minutos.

Como dice Mario López de Ávila en su Blog: “La provocación operativa es una especie de experimento mental. La provocación deliberada es un método sistemático que puede producir los mismos efectos. Lo cierto es que se trata de una necesidad lógica de nuestro cerebro humano. Introducir inestabilidad en nuestros modelos o patrones mentales facilita su reestructuración. Usamos la provocación operativa para ponernos en marcha en una dirección completamente nueva” [6].

La técnica formal de la provocación operativa es un proceso en dos etapas: *el planteamiento* de la provocación y el uso de la provocación para avanzar hacia una idea nueva. Esta segunda operación se conoce con el nombre de *movimiento*.

Comenzamos buscando algo que se esté dando por sentado, algo que sea obvio en la situación con la que estamos trabajando. Por ejemplo, con relación a una moto, damos por sentado que tiene asiento, motor, ruedas y un conductor. Una vez listados los componentes más comunes del tema, el segundo paso es *salir* de lo que hemos dado por sentado: lo anulamos, negamos, dejamos de lado, eliminamos o desmentimos. Siguiendo con el ejemplo de la moto, diríamos:

PO: La moto no tiene asiento.

Si estuvieras trabajando con la misma idea de empresa u organización tradicional, podrías llegar a provocaciones del tipo:

PO: Nuestro servicio más caro del mercado es gratis.

PO: La empresa se dirige sin directores.

El proceso no tiene ningún misterio, sólo hay una regla: nunca debe plantearse un problema, una queja o un rasgo negativo como algo que se da por sentado, porque escapar de una negación no es provocativo.

Con relación a las técnicas de *movimiento*, la mejor forma de comprender su uso es, precisamente, poniéndolas en práctica. La provocación debe aceptarse "como si" fuera real: sólo entonces nos servirá como plataforma de movimiento.

Resumiendo, he aquí las instrucciones para diferenciar tu idea de negocio (taller de restauración, asesoría de conservación de arte, transporte de obras de arte...):

1. Define claramente tu foco de interés, por ejemplo: taller de restauración.
2. Define claramente la tarea a acometer en este caso: diferenciar nuestro modelo de negocio.
3. Lista todos los aspectos, elementos o componentes del foco de interés que se consideren normales. Este listado no tiene por qué ser exhaustivo.
4. Escoge un aspecto cualquiera y a continuación elimínalo. Puedes negarlo (PO No hay incentivos a los comerciales), anularlo (PO Cualquier horario es el horario), desmentirlo (PO La empresa se dirige sin directores), etc.
5. Plantea la provocación de manera radical.
6. Muévete a partir de la provocación utilizando aspectos positivos y circunstancias adecuadas. Haz que la provocación sea real.

¿Qué tiene aquél que no tenga yo?

Ésta es quizás una de las más sencillas y prácticas técnicas de creatividad que nos ayuda a buscar nuevos focos fuera del contexto en el cual no movemos con las empresas.

Los pasos son:

1. Busca un foco con tu equipo dentro de los nueve bloques del modelo de negocio.
2. Una vez que has elegido el bloque foco, se consensua en el equipo una industria o sector completamente diferente al que está enfocando el modelo. Por ejemplo, si estamos trabajando en un modelo de negocio orientado al sector de la restauración de arte y buscamos el foco de la propuesta de valor, podemos consensuar un sector como el vinícola. Entonces, la pregunta sería:

- ¿Qué tiene el sector de los vinos en su propuesta de valor que no tenga el sector de la restauración de arte?.
3. Uno de los miembros del grupo realizará la tarea de facilitador e irá apuntando todas las ideas que surjan de la comparación de los dos sectores.
 4. Una vez se tenga un volumen de 20 a 30 ideas se evaluarán y se discutirán para aplicarlas al modelo actual.

Un buen ejemplo de esta técnica la tenemos en el caso de la compañía *Kellogg's*, la cual estaba buscando innovar la propuesta de valor que daba a los clientes con los cereales.

Su foco fue la propuesta de valor y su sector a comparar fue el de las telecomunicaciones. La pregunta que se hicieron fue: ¿Qué propuesta de valor tiene el sector de las telecomunicaciones que no tenga el sector de los cereales?.

Entre las ideas que se trabajaron hubo una que propuso una innovación en el modelo: la movilidad. La pregunta que entonces se hicieron los directivos fue, ¿cómo puedo aportar movilidad a mis cereales?.

Conclusiones

La nueva herramienta desarrollada por Alex Osterwalder para la descripción visual de los modelos de negocio nos permite entender de manera rápida y sencilla el funcionamiento de una empresa. Esta herramienta describe en nueve bloques cualquier modelo de negocio: clientes, propuesta de valor, relación con el cliente, canal de distribución, flujo de ingresos, actividades claves, recursos claves, socios clave y estructura de costes. Además nos permite usar un lenguaje común que nos facilita el entender y explicar modelos de negocio en equipos.

Una de las diferencias sustanciales es que nos permite usar técnicas de creatividad de manera nunca antes usada durante la elaboración de un plan de negocio. Esto abre nuevas oportunidades para crear y diseñar nuevas formas de hacer empresa.

El sector de la conservación y restauración de arte lleva aplicando los mismos modelos de negocios desde hace siglos, un ejemplo son los talleres de restauración. Actualmente y gracias a los cambios tecnológicos, sociales, políticos, económicos... es posible investigar nuevas oportunidades de entregar valor a los clientes de maneras distintas.

¿Y si hiciéramos las cosas de manera diferente?, ¿y si nos cuestionásemos el status quo del taller de restauración?, ¿y si buscáramos nuevas propuestas de valor integrándonos con otras empresas que entreguen valores diferentes?, ¿y si cambiáramos roles, reglas, procedimientos...?.

Preguntarnos siempre ¿y si...? es clave para descubrir nuevas formas de hacer negocios en el sector de la conservación y restauración de arte. El primero que se arriesgue e innove en su modelo de negocio con éxito podrá disfrutar del liderazgo en un sector que cuesta cambiar y que se irá adaptando cuando los nuevos modelos eliminen a los viejos.

Agradecimientos

A mi mujer Cristina y mis hijos Gabriel, Guillermo y Alma por el tiempo que les robé por escribir este capítulo, a mi madre por darme siempre oportunidades, a mi hermano Aday por su ayuda en situaciones límite, a Ainhoa Rodríguez López por las horas dedicadas en coordinar y a todos mis profesores y jefes que con paciencia y esmero me han ayudado a aprender todo lo que sé para ahora tener la oportunidad de desaprenderlo.

Bibliografía

- 1 OSTERWALDER, Alexander: *Business Model Generation*, United States of America: Wiley, 2010.
- 2 Wikipedia: "Mapa Estratégico", http://es.wikipedia.org/wiki/Mapa_estrat%C3%A9gico (4/12/2011).
- 3 Expanding the Innovation Horizon. The Global CEO Study 2006 IBM GLOBAL Business Services. 2006
- 4 MICHALKO, Michael: *Thinker Toys*, United States of America: Ten Speed Press, 1991.
- 5 DE BONO, Edward: *Po: Beyond Yes and No*, United States of America: Intl Center for Creative Thinking, 1996.
- 6 LÓPEZ DE ÁVILA, Mario: "Blog de Mario López de Ávila", <http://nodos.typepad.com/> (2011).

Autor

Ingeniero de Telecomunicación y Executive MBA por la EOI Business School. Actualmente Director de la Unidad de Negocio de Servicios en Agilent Technologies (ex hp). Compatibiliza esta tarea con la de Profesor del módulo de Diseño de Modelos de Negocios en h2i Institute, Profesor de Innovación y Diseño de Negocios en EOI Business School, Mentor para emprendedores y empresas de nueva creación en Rockstar Spain, Socio Director/Cofundador de SPIET (empresa orientada a la exportación, venta y distribución del aceite de oliva virgen extra en Taiwan) y Socio Director/Cofundador de Intelligent Energy Consulting (empresa tecnológica orientada

al desarrollo de sistemas de inteligencia artificial). Dirección: ieConsulting, C/ Azalea, 8, 28230 Las Rozas, Madrid, España. E-mail: nestor.guerra@gmail.com, nestor.guerra@ieconsulting.es

NUEVAS TÉCNICAS SOBRE TEXTIL. MICROCIURUGÍA COMO ALTERNATIVA EN LOS TRATAMIENTOS TEXTILES

Eusebio Corcuera Alonso

Los tratamientos estructurales de los soportes textiles están en constante actualización mediante el replanteamiento de las actitudes desarrolladas hasta el momento, revisando las metodologías y materiales empleados en los sistemas tradicionales de refuerzo y consolidación de los soportes textiles. El sistema de adhesión hilo a hilo se ha configurado como la más moderna y respetuosa metodología de intervención para la reparación de rasgados en pintura sobre lienzo.

Structural treatments of canvases are constantly updated by the redefinition of the work done to date, reviewing the methods and materials used in traditional systems of reinforcement and consolidation of textile products. The thread by thread adhesive system has been configured as the most modern and relevant method of intervention to repair torn into painting.

*Unión hilo a hilo, microcirugía textil, rasgado, tratamiento soporte textil
Thread by thread, microsurgery textile, torn, textile backing treatment*

Introducción

Las últimas tendencias dentro del campo de la Restauración de Patrimonio Histórico Artístico dirigen sus objetivos a la conservación preventiva de los Bienes, y al mantenimiento de unos principios generales de mínima intervención, reversibilidad y estabilidad de los objetos a tratar.

Al igual que en otras áreas de intervención, los tratamientos estructurales de obras pictóricas sobre soporte textil, reflejan una evolución constante tanto en los conceptos y criterios como en los procedimientos técnicos dirigidos a la intervención en dichas obras. Dicha evolución se inicia con un replanteamiento de los sistemas tradicionales de intervención en el soporte -reentelados, parcheados, bandas de tensión,...- desembocando en la mejora progresiva de las formulaciones de los productos y en el perfeccionamiento de los sistemas de intervención y del utillaje a emplear, obtenidos tras la generación de un proceso de experimentación continuado.

Con el fin de respetar la integridad estructural de las obras se ha generado un cambio paulatino hacia tratamientos alternativos que se consideran de mínima intervención, como es el caso de la sutura de desgarros por la técnica de *adhesión hilo a hilo*.

La *adhesión hilo a hilo*, es un método de intervención en obras pictóricas que consiste básicamente en la adhesión de los extremos de cada hilo desgarrado, injertándolo en caso de pérdida, recobrando la disposición de los hilos del tejido siguiendo para ello la

trama y urdimbre, reconstruyendo su ligamento, y por tanto y con todo ello, restituyendo la entidad estructural del tejido.

El objetivo de este método, es el de mantener el principio de intervención mínima, evitando la interferencia de nuevos elementos agregados a los soportes, que a corto medio o largo plazo puedan generar diversas patologías en la obra.

Sin embargo y aunque el tratamiento se realiza sobre el soporte, es básico para realizar una correcta intervención disponer del conocimiento no sólo de las características de los soportes empleados, sino igualmente de los diversos estratos que configuran las preparaciones y técnicas pictóricas que están estrechamente interrelacionadas con los anteriores.

Historia

Aunque básicamente fue a partir de finales del siglo XVI cuando se observó un amplio desarrollo del soporte textil como soporte pictórico, ya desde la Antigüedad existen referencias de obras pictóricas realizadas sobre éste soporte como es el caso de las pinturas realizadas a la encáustica sobre vendas de lino, en los denominados *retratos de momias*, descubiertos en la necrópolis de Al Fayum (s. I a.C.- s. III d.C.) en 1615 por Pietro Della Valle o como lo atestigua la referencia que hace Plinio el Viejo en su obra *Historia Natural* cuando diserta acerca de un retrato de Nerón¹ ejecutado sobre una tela de más de treinta metros.

Sin embargo, son escasas las pinturas sobre lienzo anteriores al siglo XIV conservadas, siendo una de las pinturas más antiguas que ha perdurado hasta nuestros tiempos, el cuadro de origen francés *Virgen con ángeles*, datado en torno al año de 1410 que se conserva en la *Gemäldegalerie* de Berlín.

A partir de finales del Renacimiento, se generalizó el uso de este soporte, motivado por su ligereza, que permitía transportarlo fácilmente, la posibilidad de poder lograr grandes formatos para las pinturas avalados por el escaso peso si lo comparamos con la madera y el menor coste económico que esta última. De esta manera, se expandió la comercialización tanto de pintura de caballete de pequeño y medio formato como de obras construidas ex profeso para insertarlas en retablos, comenzando a observar su paulatina inserción a partir de finales del s. XVI y su implantación consolidada en el mundo barroco desbancando el uso del panel de madera.

¹ PLINIO: *Historia Natural*. Libro XXXV, 33.

Técnicas pictóricas

Aunque como se ha comentado anteriormente al referenciar los *retratos de momias* la técnica pictórica empleada fue la encáustica, dos han sido básicamente las técnicas pictóricas empleadas en las representaciones pictóricas, el temple y el óleo.

Las pinturas al temple, conocidas también bajo otros nombres, *al fresco* sobre lienzo, *colores gastados con cola* o *colores aplicados con clara de huevo*, fueron las formas más comunes de ejecución de las primeras representaciones que popularmente se denominan *sargas*^{2,3}.

Los colores se aplicaban directamente sobre la tela sin preparación alguna, o con la variante de hacerlo tras la aplicación de una ligera capa de *cola de pergamino* o *cola de vacas* con un poco de miel como plastificante; de esta forma, se generaba en el soporte textil una ligera impermeabilización que posibilita un mejor agarre y estabilidad de los colores. Posteriormente sobre estas técnicas⁴ se van incorporando pequeñas variaciones en las que igualmente sobre la tela y en las zonas que vayan a recibir color, se aplica con la cola una pequeña capa de sulfato de cal que se fija a los hilos y ligamentos generando un mayor apresto a la obra y un estrato adecuado para recibir los colores y que éstos se hagan más patentes.

Con esta técnica, se realizaban cortinas penitenciales, cortinas para cubrir paramentos a modo de tapices, estandartes procesionales, túmulos funerarios,..., normalmente creaciones de carácter efímero que evidencian el por qué de la escasez de obras que hayan llegado a nuestros días.

La otra técnica, que se impone posteriormente y que se desarrolla hasta la actualidad es la pintura al óleo por todos bien conocida. Las telas correctamente tensadas sobre bastidores reciben preparaciones, imprimaciones y capas de color constituidas por pigmentos aglutinados con diversos tipos de aceites.

El tejido

Toda elaboración de un tejido conlleva básicamente los siguientes procesos: 1.- elección de las fibras textiles; 2.- El hilado o fabricación del hilo; 3.- Fabricación del tejido. Todos estos procesos marcarán la calidad del tejido y en gran medida la futura conservación del mismo.

² Llamadas también *Tüchlein*, *telas de Flandes*.

³ Es importante mencionar que habitualmente en las fuentes bibliográficas cuando se referencia el termino *sarga*, se puede estar hablando de un tipo de pintura ejecutada con una técnica muy concreta –a la que nos estamos refiriendo en estas líneas- pero igualmente se aplica el mismo termino dentro de los soportes textiles a un ligamento simple.

⁴ PACHECO, Francisco: *Arte de la Pintura*, Madrid: Ed. de F. J. Sánchez Cantón, 1956, Tomo II, pp.25.

La materia prima habitual para la fabricación de las telas son las fibras textiles. Inicialmente se usaron fibras de origen natural procedentes de animales o plantas. Posteriormente surgen otros tipos de fibras promovidas por el desarrollo científico definidas como *fibras textiles sintéticas* y *fibras textiles artificiales* (tabla 1).

CLASIFICACION DE LAS FIBRAS TRADICIONALES				
ORIGEN	PROCEDENCIA		FIBRA	CARACTER
Vegetal	Tallo	<i>Linum usitatissimum</i>	Lino	Celulósicas
		<i>Corchorus capsularis</i>	Yute	
		<i>Canabis sativa</i>	Cáñamo	
	Semilla	<i>Gossypium herbaceum</i>	Algodón	
	Hojas	<i>Stipa tenacissima</i>	Esparto	
Animal	Oveja y camero		Lana	Proteínicas
	Gusano de seda		Seda natural	
Fibras textiles sintéticas	Fibras de policondensación	Diaminas, ácidos dicarboxólicos, aminoácidos,...	Nylon	Poliamida
		Poliéster del ácido tereftálico y etilenglicol	Tergal	Poliéster
	Fibras de polimerización	Pol. Acrilonitrilo	Leacril	Acrílicas
		Pol. vinilo	Rhovil	Polivinílicas
		Hidrocarburos del etileno	Saran	Polietilénicas
		Hidrocarburos del propileno	Meraklon	Polipropileno
		Uretano	Lycra	Poliuretano
	Fibras textiles artificiales	Fibras celulósicas		Rayón
Fibras proteínicas		Caseína disuelta en sosa cáustica	Fibrolana, lanitel	Proteínicas artificiales
		Proteínas del maíz en sosa cáustica	Picara	
		Proteínas de algas marinas en sosa cáustica	Rayón alginato	
Fibras textiles minerales	Mineral Oro		Oro	Metálicas
	Mineral Plata		Plata	
	Fibra de vidrio		Vidrio (Sílice, Carbonato de Sodio y Caliza)	Mineral

Tabla 1: Clasificación de fibras textiles

El soporte de una pintura es una tela realizada con fibras textiles que pueden ser de diferentes tipologías. Normalmente éstas, presentan un mismo origen en la realización del tejido, encontrándonos habitualmente elaboraciones con una misma tipología de fibra, como por ejemplo el lino tanto en trama como en urdimbre; sin embargo no es difícil poder encontrar combinaciones de hilos de distintos tipos aplicados unos para las tramas y otros para urdimbres como podemos estudiar en numerosas obras de los siglos XIX y XX. Tal es el caso de los denominado *hilos de tapiz* que era un tejido grueso y pesado en el que la urdimbre estaba realizada con lino o cáñamo finamente hilado y la trama compuesta por hilos de algodón (fig. 1).

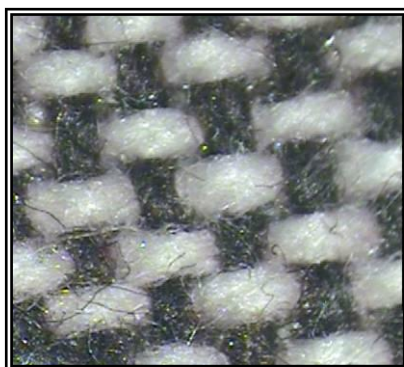


Fig. 1: Tejido mezcla de algodón y lino

Con la introducción de los telares industriales se genera un amplio desarrollo de las telas de algodón⁵, imponiéndose a comienzos del siglo XX a los otros tipos de fibras naturales.

Igualmente con los avances logrados a partir de la revolución industrial dentro de un mismo hilo podemos encontrar mezclas de diversas fibras como son las de lino y algodón⁶, que indudablemente presentan unas características físico-mecánicas distintas en comparación con el material puro.

El origen de las fibras va a configurar unas características morfológicas parecidas en algunos casos, sin embargo como se puede observar a continuación en los tres ejemplos presentados (tabla 2), la caracterización física es un signo de identidad que las dota de una serie de cualidades de gran interés para los procesos de manufacturación y en nuestro caso, en los procesos de intervención en conservación-restauración.

⁵ Al ser de fibra corta eran poco aptas para hilar a mano dado a que éstas se rompían.

⁶ Las fibras de algodón son de naturaleza corta y su hilado manual era complicado. Con el desarrollo de la maquinaria textil promovido por la revolución industrial, esta fibra adquiere gran presencia, tanto en tejidos elaborados únicamente con ella, como en aquellos que se construyen con mezclas.

ALGODÓN	Fibra Natural Vegetal Celulósica Corta Suave	Tasa Humedad %	8,5	Sensible a: Ácidos. Resiste a: Disolventes y álcalis. Calor: No funde, se descompone a 150°C, carboniza a 350°C.
		Densidad gr./cc	1,50	
		Alargamiento %	3 a 5	
		Alarg. mojado %	3 a 7	
		Resistencia gr./den	3 a 4,9	
		Resistencia mojado	3,3 a 6,4	
LANA	Fibra Natural Animal Proteica Rizada Suave Caliente	Tasa Humedad %	17,5	Sensible a: Ácidos Sulfúrico y clorhídrico, álcalis. Resiste a: Ácidos diluidos, disolventes orgánicos, oxidantes. Calor: Quema formando bolas negras y olor cuerno quemado. Se descompone a 130°C, carboniza a los 300°C.
		Densidad gr./cc	1,31	
		Alargamiento %	25 a 40	
		Alarg. mojado %	30 a 55	
		Resistencia gr./den	1,2 a 1,7	
		Resistencia mojado	0,7 a 1,6	
ACETATO	Fibra Artificial Ester de celulosa Mate_brillo	Tasa Humedad %	9	Sensible a: Soluble en acetona al 80% y ácido fórmico al 85%. Ácido acético glacial. Fenol. Resiste a: Benceno, Percloroetileno, agentes de blanqueo usuales. Calor: Se inflama. Reblandece a 190°C. Funde quemando a 260°C. Forma costra dura y negra.
		Densidad gr./cc	1,32	
		Alargamiento %	20 a 30	
		Alarg. mojado %	30 a 40	
		Resistencia gr./den	1,3 a 1,5	
		Resistencia mojado	0,8 a 1,2	

Tabla 2: Caracterización física

Desde el punto de vista de la conservación numerosos son los factores que se conjugan para que la fibra empleada en la ejecución de los hilos posea unas características optimas: la siembra y recolección, el correcto *enriado* o *cocción* para conseguir la pudrición de la mata de plantas a fin de separar la fibra de la materia leñosa, el *mayado* de la fibra, el *esforachado*, la separación de la paja de la fibra mediante el uso de la *espadilla*, la separación de calidades de fibras con el *rastrillo* y los procedimientos de torsinado del hilo con el empleo del huso manual o mediante medios mecánicos con la rueca.

Durante la fabricación del hilo, el proceso de torsión es de gran importancia dado que éste determinara las propiedades mecánicas del tejido obtenido. Un hilo con escasa torsión, denominado *suelto* será excesivamente flexible y poco resistente a la rotura, a la contra un hilo con mayor torsión presentara menor flexibilidad y mayor resistencia, pudiendo llegar al denominado *crepé* en el cual el hilo torcido llega a enroscarse sobre sí mismo.

Los lienzos más resistentes son aquellos cuyos hilos de cadena o de trama están apretados y son de calidad y de grosor equivalentes. Las tipologías de telares con los procesos de tejido, la generación de los ligamentos (tafetán, espiguilla,...), la densidad

de la textura, ha variado según las épocas, las escuelas de pintura o los gustos personales del artesano-artista repercutiendo todo ello en la apariencia de la superficie pictórica, en el aspecto final del cuadro, sin embargo desempeñan un papel menor en la conservación de los lienzos.

Factores de alteración

Los Bienes Culturales, y en el caso que nos ocupa, las pinturas sobre soporte textil, son objetos complejos que interactúan con el medio ambiente. Cualquier pintura está ubicada en un medio físico compuesto por aire (atmósfera), suelo (tierra) y agua (Humedad Absoluta).

La sensibilidad, el envejecimiento o la estabilidad de una obra dependerá en cierto grado de su capacidad de reacción o resistencia a los factores medioambientales, que se interrelacionan estrechamente con las cualidades químicas / físicas / mecánicas de la fibra utilizada y del tejido confeccionado.

Todos los materiales se degradan con mayor o menor rapidez, es un proceso natural irreversible, pero lo que si es posible es disminuir la celeridad con la que se producen dichos cambios.

Las degradaciones se generan por una parte debido a las cualidades intrínsecas de los materiales constitutivos y por otra los condicionantes extrínsecos aportados por el medio donde está la obra que pueden ser de naturaleza:

- Física, que generaran variación de las propiedades mecánicas, perdidas, color, brillo.
- Química, productoras de cambios químicos:
 - Despolimerización: Rotura de cadenas en las estructuras poliméricas lineales o tridimensionales con un aumento de la solubilidad, permeabilidad.
 - Reticulación, formación de enlaces entre cadenas vecinas dando como resultado mayor fragilidad, menor resistencia mecánica, insolubilidad.
- Biológica, que se desarrollan gracias a climas exteriores favorables y a substratos adecuados (colas, tejidos,...). Los agentes bióticos generan un cambio bioquímico transformando el material en el que se desarrollan (hidrólisis, alteración del ph,...).
- Humana, generadas por la mala conservación, incorrecta manipulación, patentes en forma de golpes que desembocan en la generación de roturas,...

En relación al presente escrito, nos son de interés los factores que relacionados con el aire afectan directamente a los soportes textiles de manera negativa, debilitándolos.

- Contaminación atmosférica (gases).

- La luz.
- La humedad y temperatura

Contaminación atmosférica

La atmosfera está compuesta por Nitrógeno molecular o Dinitrógeno (N_2) (78%); Dióxido de Carbono, CO_2 (0,032%); Oxígeno molecular o Dioxígeno, O_2 (21%), otros gases y partículas sólidas, normalmente acidas, agua,.... El CO_2 (Dióxido de Carbono) es mayor en proximidades de bosques, y aumenta en las salas de exposición con el mayor número de visitantes. En combinación con el H_2O se transforma en ácido carbónico que disuelve el carbonato de calcio y lo transforma en Bicarbonato de Calcio soluble en H_2O . El O_3 (ozono) frecuente en ciudades contaminadas oxida y destruye los materiales orgánicos y cambia de color algunos pigmentos. Al mezclarse con el H_2O se transforma a Peroxido de Hidrogeno y ataca a la celulosa.

Los aerosoles naturales que se encuentran en el ambiente como:

- Los compuestos de azufre que se originan en la combustión de productos derivados del petróleo. El dióxido de azufre (SO_2) en contacto con el aire y el oxígeno se convierte en trióxido de azufre (SO_3) muy higroscópico y en presencia de humedad (ambiental o existente en la superficie de los objetos) se transforma en ácido sulfúrico, atacando calizas y carbonatos, oscureciendo los compuestos de plomo, haciendo perder fortaleza a los soportes celulósicos.
- El Amoniaco (NH_3) destruye los materiales orgánicos.
- Otras sustancias que proceden de los conservantes de las maderas, como es el caso del formaldehído emitido por la madera, chapeados o aglomerados, con el H_2O generan Ácido Fórmico que posibilita la hidrólisis ácida de la celulosa.

La luz

Es un factor de degradación importante. La luz esta compuesta por muchas longitudes de onda, siendo la relativa a los ultravioletas, la que oscila entre los 100 y 390 nm., la más perjudicial.

Los daños producidos por los ultravioletas se traducirán en la destrucción de la materia por la ruptura de la estructura molecular⁷, hecho éste al que contribuye la humedad.

⁷ Rotura de telas de fibras celulósicas.

Humedad y temperatura

Si un material se hincha y se arruga ante incrementos y descensos de humedad relativa (HR) es porque el material está absorbiendo y perdiendo humedad de la atmosfera y por lo tanto nos encontramos ante un material higroscópico.

Los materiales constitutivos de las pinturas se pueden clasificar en dos categorías: sustancias de naturaleza hidrófoba y sustancias hidrófilas que interactúan con el medioambiente tomando o aportando agua, absorbiéndola a través de su superficie, e introduciéndola en su interior provocando un aumento de volumen o hinchamiento.

La sensibilidad a la humedad y por consiguiente a la temperatura dependerá de la estructura de los materiales y la relación entre los materiales hidrófilos e hidrófobos.

Las fibras de celulosa están compuestas de macromoléculas con distintos niveles de polimerización, lineales en estructura de fibra con un porcentaje variable de fases cristalinas⁸ y amorfas⁹ dependiendo del tipo de fibra. Las zonas amorfas son las que poseen una mayor capacidad de absorción y por lo tanto mayor cantidad de agua de equilibrio. El poliéster o los tejidos sintéticos en general son altamente cristalinos y absorben poca humedad en comparación con los celulósicos en los que la celulosa es capaz de hincharse y aumentar el volumen en un 40% con la consecuente hinchazón del hilo. Se ensancha básicamente en el sentido de su grosor y escasamente en el longitudinal¹⁰. La hinchazón del hilo implicara reducción del tamaño del lienzo siendo las telas compuestas de muchos hilos entrecruzados y tramas cerradas las que mostraran mayor tendencia a moverse.

La fibra absorbe mucha humedad sobre todo en el inicio de la humectación y cuando llega a la saturación, el agua se acumula en todos los huecos y espacios vacíos del hilo y de la tela.

Cuando esa agua se evapora, el tejido se contrae nuevamente, por lo que con los movimientos de contracción y dilatación constante del soporte la película pictórica sufre numerosas agresiones que se traducen en forma de craqueladuras (fig. 2).

⁸ Las áreas en las que las cadenas de enlaces glucosídicos están más estrechamente unidas se llaman cristalinas, ya que presentan esa estructura cuando se las examina con difracción de rayos X.

⁹ Son aquellas en las que las cadenas están parcialmente separadas y no son paralelas.

¹⁰ El lino con HR a saturación aumenta su longitud un 5% y su sección 40%.



Fig. 2: Es apreciable cómo la zona que se encontraba protegida por el marco, ha amortiguado el estrés físico de la pintura en contraposición a la zona expuesta al medio.

Comportamiento mecánico

La tela posee unas características propias que se ven modificadas en función de la existencia de estratos superpuestos a ella.

La tela, sin estratos de preparación ni color, extendida sobre un bastidor fijo presenta un aumento de tensión según aumenta la humedad relativa. El avance es progresivo, si bien a partir del 60% la tensión que ejerce aumenta de forma alarmante (fig. 3).

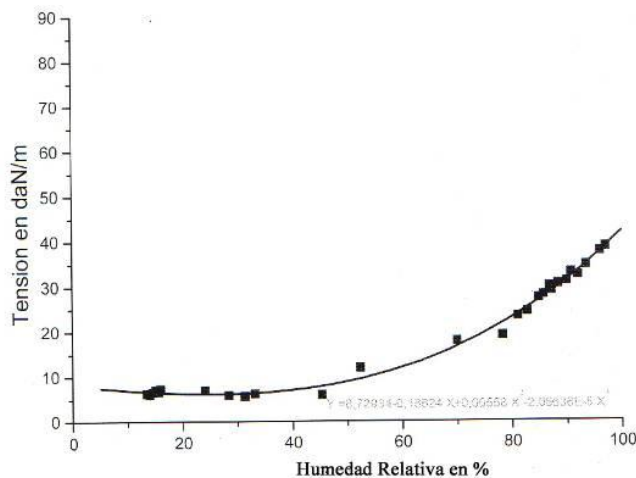


Fig. 3: Aumento de la tensión en relación al aumento de la Humedad relativa. (MECKLENBURG, Marion F.)

El comportamiento observado suele corresponder a todos los hilos del tejido por igual, sin embargo en ocasiones es solo la urdimbre del tejido la que desarrolla una fuerza significativa. Las telas que presentan un tejido poco apretado son las que desarrollan las menores fuerzas.

Con la absorción de agua en una obra con estratos pictóricos se genera una menor rigidez del soporte, es decir, se consigue un relajamiento inicial de la tela. Por la contra, con la deshidratación se reduce la flexibilidad, la resistencia a la tensión y la elasticidad.

En la figura 4 observamos una pintura a la cola sobre tela. Las inflexiones de la curva son menos acentuadas, en comparación con la gráfica anterior, fenómeno explicado por la presencia de pigmentos poco sensibles al agua que amortiguan los efectos de la humedad.

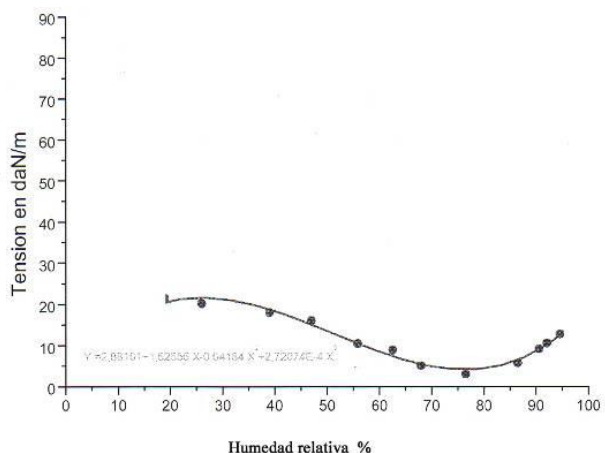


Fig. 4: Relajación de la tela en función del aumento de la Humedad relativa. (MECKLENBURG, Marion F.)

En el ensayo de una pintura al óleo sobre tela, la aplicación de una capa de pintura va a modificar el comportamiento de la tela encolada (fig. 5). Según se aumenta la humedad se consigue una mayor relajación de la tela, es decir, apenas existen tensiones. Esta modificación dependerá de la densidad de la película, de los materiales constitutivos y de la edad de la misma, dado que una pintura antigua, bastante polimerizada tendrá escasa capacidad de movimientos y por lo tanto de igual manera realizará un freno de las tensiones del soporte.

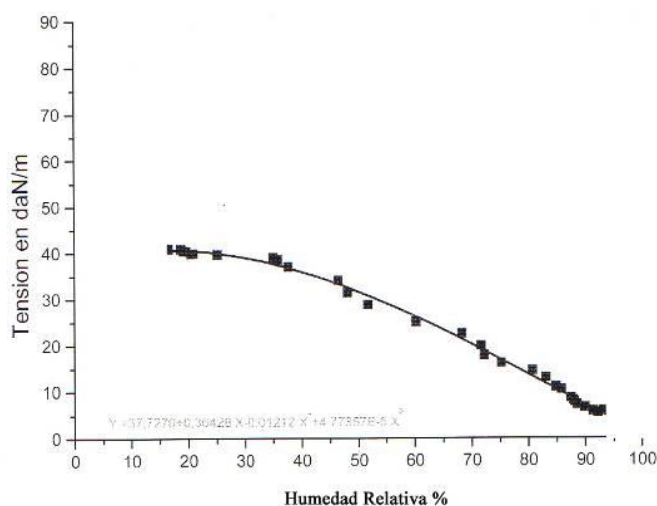


Fig. 5: Ensayo de una pintura al óleo. (MECKLENBURG, Marion F.)

Todos los materiales que coexisten en una pintura tienen una mayor o menor capacidad de absorber humedad, es decir, generan una respuesta física dimensional a la humedad relativa, al igual que a la temperatura, a los disolventes químicos empleados en las limpiezas o a los diversos tratamientos de conservación-restauración.

Todos estos elementos se interrelacionan generando numerosas fuerzas que se distribuyen a través de los materiales en forma de tensiones, trasmitiéndose sobre todo a las capas superficiales, pudiendo generar agrietamientos, ampollas, craquelados, escamaciones,... Si la pintura esta fijada a un bastidor, la tela no se podrá mover libremente, y comenzará una fase de estrés que solo cesará cuando la H.R descienda, pudiendo incluso llegar a un relajamiento excesivo del tejido como se puede observar en la figura 6.



Fig. 6: En función del aumento de humedad se genera el relajamiento y deformación de la tela.

La temperatura juega un papel importante en las condiciones atmosféricas estando estrechamente ligada a la regulación de la HR ambiental. Provocará una desecación de los materiales higroscópicos (colas,...), produciendo contracciones, agrietamientos,..., que afectaran tanto a las preparaciones como a las películas pictóricas. Un aumento de la temperatura genera el fenómeno de dilatación en todos los materiales, y a la contra una disminución de la temperatura manifestándose con una contracción.

Los desgarros

Los desgarros son la rotura del soporte textil producidos generalmente por un impacto. Diferentes tipos de telas presentarán diferentes tipos de rasgados. Los bordes podrán coincidir parcialmente, los hilos podrán faltar, podrán estar rectos o torcidos, ser demasiado cortos o finos, incluso podrá existir un exceso de material debido a un estiramiento como resultado de un golpe. Es habitual encontrar agrietamientos y craqueladuras de la película pictórica en las zonas adyacentes al rasgado inducidas por

el impacto, incluso es igualmente usual encontrar fragmentos de pintura desprendidas del área del rasgado insertadas entre los hilos (fig. 7).



Fig. 7: Detalle de un roto en el que hilos constitutivos del soporte salen por el anverso entremezclándose con la pintura.

A la hora de estudiar un desgarró hay que tomar en consideración la posición que ocupe éste en relación a la trama y a la urdimbre; si es paralelo o perpendicular a la misma, su longitud y su dimensión en relación al tamaño de la pintura.

La deformación del impacto dependerá de la resistencia de la tela (niveles de oxidación,...), de la naturaleza de la fibra (el algodón presenta mayor elasticidad que el lino), el grosor y nivel de torsión de los hilos, así como del grosor y rigidez de las capas de la preparación y película pictórica. Los hilos que discurren en torno al punto de impacto generalmente son deformados más allá de su capacidad elástica, estirándose. En función de todo esto, la deformación provocada por el impacto podrá ir desde escasos milímetros hasta varios centímetros a partir del rasgado. Igualmente las deformaciones estarán en función de que los rasgados hayan sido recientes o por la contra antiguos, al igual que irán en función de las características de los estratos pictóricos que porten. Los rasgados antiguos presentarán una contracción de los bordes (fig. 8), debido al encogimiento producido por los cambios de humedad relativa, presentando un ondulado mucho más pronunciado de sus hilos.



Fig. 8: Contracción del soporte. Anverso y reverso.

Los rasgados recientes, a la contra, presentarán movimiento en los bordes motivados por una tensión excesiva del lienzo. A menudo presentarán excedentes de tela.

En ocasiones se presenta una degradación general tal, que este tratamiento localizado de *unión hilo a hilo* no es suficiente, teniendo que recurrir a otros sistemas para proceder a una consolidación general.

El sistema de adhesión hilo a hilo

El tratamiento de los desgarros con la técnica *adhesión hilo a hilo* es un método alternativo a los reentelados, bandas perimetrales de tensión y adhesión de parches tradicionales, fundamentándose en el principio de la mínima intervención y en la preservación de la integridad del objeto, consiguiendo con esta técnica puntual que sea considerado el sistema que causa un menor impacto en la obra. Este método se ha convertido en una práctica cada vez más difundida en los talleres de restauración, desarrollándose sobre todo en las pinturas en las que no es posible realizar un refuerzo general de reentelado.

Esencialmente se trata intervenir puntualmente la zona deteriorada para devolver las características estructurales del soporte así como preservar con ello los aspectos históricos y estéticos del bien.

Esta técnica se dirige básicamente a la solución de desgarros, cortes,..., de los soportes en los siguientes tipos de obras:

- Obras pictóricas realizadas por el anverso y reverso de un mismo soporte.
- Pinturas de gran formato insertadas en complejas mazonerías o marcos.
- Pinturas de gran formato en enclaves de difícil acceso y con graves dificultades de manipulación.
- Pinturas que por el reverso presentan dibujos, escritos o cualquier elemento existente en la tela que le aporten un valor histórico añadido.
- Pinturas a las que sólo se tiene acceso por el anverso.

Aunque este sistema permite intervenir con la obra dispuesta tanto en horizontal como en vertical, por el reverso como por el anverso, sin necesidad de desmontar la obra del bastidor, normalmente las intervenciones con esta técnica se realizan trabajando con el lienzo boca abajo, por el reverso y en horizontal, sin embargo como se ha mencionado, dependiendo de la tipología de la obra es factible trabajar en vertical para evitar dañar la superficie pictórica (empastes), donde el grosor y textura de las capas de pintura pueden ser muy irregulares y poco uniformes como ocurre habitualmente en obras de arte contemporáneo.

El concepto que rige esta técnica es muy simple, el método de *adhesión hilo a hilo*, consiste en devolver a la zona del desgarro el tipo de ligamento que se ha perdido,

mediante la adhesión de las puntas de los hilos rotos de la trama y la urdimbre por medio de una cantidad mínima de adhesivo que permita regenerar la estructura del soporte, favoreciendo un buen comportamiento a largo plazo y unas características de envejecimiento semejantes al original.

El adhesivo adquiere gran importancia dado que ha de ser afín a la obra, y debe poseer las características que se solicita a cualquier material que se incorpora a la obra de arte como es la garantía de estabilidad, reversibilidad, poseer cierto grado de elasticidad y flexibilidad, ha de ser de fácil manipulación consiguiendo obtener las mejores cualidades del mismo mediante una ligera presión, calor y humedad.

Materiales

Los materiales que se emplean para la solución de desgarros con la técnica de *adhesión hilo a hilo* son múltiples y variados.

Las labores de protección deberían realizarse únicamente cuando la obra va a sufrir operaciones inevitables que puedan perjudicar a su conservación y siempre dejando libre la zona del roto. Para ello y al igual que en otras situaciones de cara a intervenir en una obra se deberá de elegir el material de protección (velo, papel,...) y el adhesivo (colas animales, Klucel G, Etilcelulosa, Paraloid B72, Ciclododecano,...) en función de las características del estrato a proteger: naturaleza, grosor, porosidad, consistencia.

Por otro lado, la técnica de *adhesión hilo a hilo* combina materiales tradicionales con otros que entendemos como novedosos para nuestro campo. Por un lado con el empleo de adhesivos, naturales o sintéticos, y por otro, quizá como seña de identidad de esta técnica que radicará en el empleo de un utillaje específico.

Dado que esta técnica se realiza bajo aumentos, el material que se va a necesitar debe de estar en función de estos requisitos. Se parte de la necesidad de poseer un instrumental básico compuesto por: 1 Estéreo microscopio, lupa binocular, el uso de un modelo de sobremesa o que posea un brazo articulado estará en función de cómo esté dispuesta la obra. 1 Soldador o espátula térmica dotadas de un cabezal acabado en punta con corte en bisel, de un grosor que esté en función del grosor de los hilos que haya que unir. Normalmente se trabaja con puntas de 1 mm. o menores. 2 sondas de dentista de doble cabeza curva. 1 porta agujas dotado de una aguja de entomología en el cabezal. Las agujas deberán de ser lo más finas posible (0000) dado que con ellas se aplica el adhesivo a los hilos. 1-2 pinzas curvas (microcirugía). 1 tijera de microcirugía, de 8mm.cabeza fina. 2 Botes de cristal (5 ml.) con tapa a presión para mantener el adhesivo con el porcentaje correcto (sin pérdida de humedad). Uno contendrá el adhesivo con la proporción correcta y el otro agua-cola. Poseerán la boca cerrada a la cual se le ha practicado un pequeño orificio por donde entrará la aguja de

entomología o el pincel. 2 Pinceles finos (agua, agua-cola). Pesos (plomos, barra metálica protegida con fieltro,...). 1 resistencia eléctrica térmica, calienta leche, calienta biberón o similar, relleno de arena (mantenimiento de calor). La función de este material es la de mantener licuado el adhesivo, en caso de que así lo requiera. 2 Tiradores (*Trecker*) y sus accesorios. El *Trecker*¹¹ como usualmente lo denominamos, o *tractor*, en su traducción al castellano, es un tirador ideado y desarrollado por Winfried Heiber, impulsor y difusor de esta técnica de intervención. Este artilugio sirve para unir los bordes de los rasgados mediante una tracción desarrollada perpendicularmente al mismo. Está compuesto por una base en la parte inferior que se fija al bastidor y por un sistema de tornillos y rodillos en la parte superior que llevan al plano paralelo de la tela los hilos de tensado (fig. 9, 10).



Fig. 9, 10: *Trecker*. Vista superior e inferior

El *Trecker* se combina con hilos trenzados anudados a éste. El conector de los hilos con el lienzo se realiza mediante unas cinchas¹² sujetas perpendicularmente al *Trecker* dispuestas a intervalos cortos, de 3 mm. Estas cinchas se disponen paralelas al desgarró y se fijan por el reverso de la tela mediante unas tiras auto adhesivas comercializadas por la casa Tesa denominadas Power-strip (este adhesivo aguanta perfectamente las fuerzas de 20 N).

Un sustituto al *Tracker*, que puede usarse en desgarró diagonales lo tenemos de la mano de sargentos de dimensiones reducidas y cuñas de madera que fijadas con el Power-strip generaran la tracción necesaria para proceder a la reparación del desgarró. 1 regla/ cuadrícula milimétrica. Hilos de distintas fibras y distintos grosores para proceder a realizar injertos en caso de necesidad. 1 cámara de humectación. En caso de que así sea preciso deberemos poder dotar a la pintura de cierta laxitud, por eso la

¹¹ DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried: "Der Trecker. Eine Spannkonstruktion für die Rissverklebung", *Restauro*. 5 (2000) pp. 344-347.

¹² Las cinchas de tela llevan un alma metálica sobre las que se fijan los hilos tensores. En el otro extremo de los hilos se afianzan unas arandelas que serán el nexo de unión con los hilos tensores provenientes del *Trecker*.

necesidad de disponer de un espacio apropiado o de una cámara climática que permita humectar la obra en el supuesto que necesitemos volver a “descongestionar” la tela para intervenir en rotos que se hayan retraído.

El adhesivo

Las propiedades que se solicitan al adhesivo para este proceso son: que sea de fácil preparación, rápido y posibilite sobre todo un trabajo continuo. Como la cantidad de adhesivos es muy pequeña, los hilos deben ser unidos mientras el adhesivo se encuentre en fase líquida, lo que implica la necesidad de proceder ágilmente.

Los adhesivos más comunes utilizados en función de las características de las fibras textiles son: Dispersión de Acetato de Polivinilo (PVA); Resinas sintéticas termo fundibles; Resina epoxi; Mezcla de cola de esturión y pasta de almidón de trigo para fibras de origen natural.

Receta cola esturión/pasta almidón: Ingredientes: 10% de almidón de trigo (peso en agua), 20% cola de esturión en agua (en peso) mezclado a partes iguales (1:1).

Preparación de la pasta de almidón de trigo y de la cola de esturión: Mezclar el polvo de almidón de trigo en agua fría. Calentar el almidón hasta 68°C al baño maría. El proceso termina cuando el almidón se vuelve un poco transparente y adquiere viscosidad. Absorber la pasta en una jeringuilla nos posibilitará posteriormente tomar la cantidad que necesitemos y una escasa exposición del preparado a la atmosfera. Mantener la jeringa a temperatura ambiente.

La cola de esturión se prepara al igual que el resto de adhesivos de origen animal previa hidratación al baño maría. La cola de esturión dentro de la jeringa a la contra debe conservarse en el refrigerador.

Calentar la cola de esturión a 40°C y mezclar de los dos componentes (1:1).

Metodología de intervención

Cuando nos enfrentamos a una obra pictórica sobre soporte textil que presenta desgarros, y decidimos tras el estudio de la misma, y de sus condiciones físico-mecánicas y químicas, que la reparación que vamos a llevar a cabo se va a realizar siguiendo el método de *adhesión hilo a hilo* deberemos de obtener una serie de informaciones básicas derivadas de un examen organoléptico, procediendo de la siguiente forma: 1º.- Investigación del tipo de fibras. Se realizará mediante la toma de una muestra mínima y su observación al microscopio caracterizándola mediante la realización de las técnicas habituales de identificación. 2º.- Estudio de los hilos, el número de elementos, la torsión, el grado de torsión, el grosor del hilo. 3º.- Estudio de la tela, el orillo, la densidad del tejido, el tipo de ligamento empleado.

Una vez que disponemos de la información completa relativa al soporte, y que conocemos las características de las fibras, de los hilos, de los ligamentos y por tanto del tejido que pretendemos reparar, procederemos al desarrollo de la intervención en el desgarramiento mediante la metodología denominada *adhesión hilo a hilo*.

Metodología-cronología en la *unión hilo a hilo*

1. Todos los hilos rotos que aparece por el anverso de la pintura deben de ser devueltos al reverso, para ello en caso de necesidad para evitar su rotura se procederá a su humectado con agua.
2. Protección de la superficie pictórica en caso de necesidad.
3. Estudio del roto (fig. 11, 12) y observación de la distribución de los hilos; como casa un cabo con su opuesto. Si los hilos están deshilachados se les tratará con la cola ligera (1-2%) dándoles de nuevo forma.

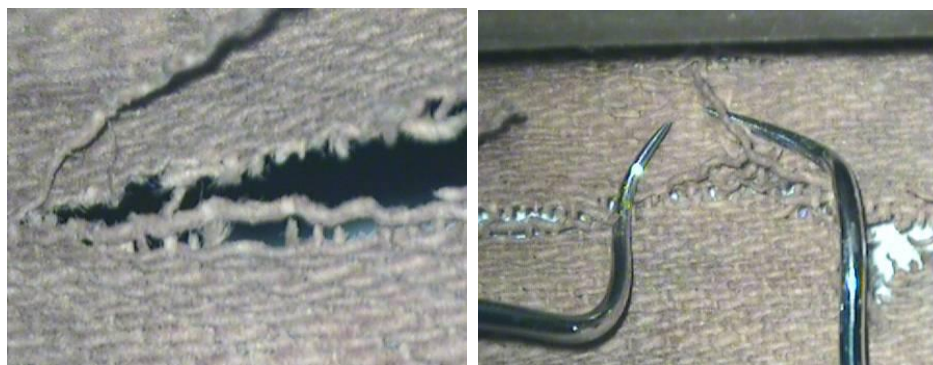


Fig. 11, 12: Estudio organoléptico del roto con el empleo de binocular y sondas.

4. Observación de los bordes y la condición de los hilos rotos, si existe falta de materia y es necesario proceder al injerto, si son cortos, si existe superposición.
5. En caso de necesidad proceder a montar el *Trecker* (fig. 13), usar los sargentos y las cuñas o ayudarnos manualmente con el uso de pesos fijando el roto y asegurando el área de trabajo.
6. Examinar la posibilidad de sacar los hilos de forma temporal para trabajar por planos (fig. 14) Para ello disponer los hilos en posición vertical para posibilitar el acceso a los hilos que pretendemos trabajar.



Fig. 13. Montaje del *Trecker*

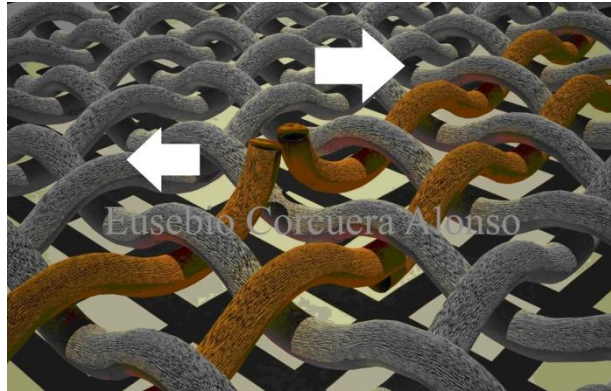


Fig. 14: Movimiento de hilos para trabajar del plano inferior al superior.

7. Si los bordes se mueven, y la rotura es muy grande, es necesario contar con la cuadrícula y la regla la correcta disposición de los hilos.
8. Si los hilos son cortos, mediante la humectación y las pinzas se procederá a alargarlos y en su defecto a injertarles materia.
9. Intentar devolver la ondulación al hilo.
10. Aproximar los cabos del hilo roto de manera que se solapen (1mm.).
11. Una vez asegurada la corrección de la acción, se procederá a poner una gota de adhesivo sobre el cabo inferior, disponiendo el otro sobre él y ejerciendo con la espátula térmica una leve presión que funcionará como punto de soldadura (fig. 15).



Fig. 15: Procedimiento de la soldadura de los cabos.

Siguiendo esta metodología se procede paulatinamente a devolver la integridad perdida al tejido recuperando para ello su estructura y por tanto sus cualidades mecánicas. Una vez solucionado el desgarro en el supuesto de que exista deformación del soporte se procederá a corregirlo mediante el uso de las cuñas y el aporte de pesos, temperatura y humedad.

El éxito de la técnica se articula tanto en el aspecto estructural como en el estético dependiendo en gran medida de la habilidad y la destreza del técnico restaurador que lo realice.

Bibliografía

DEMUTH, Petra, HEIBER, Winfried: "Der Trecker. Eine Spannkonstruktion für die Rissverklebung", *Restauro*. 5 (2000) pp. 344-347.

HEIBER, Winfred: "Thread-by-thread. Tear mending method", en *Alternatives to lining*, London: BUSTIN, Mary, CALEY, Tom (United Kingdom Institute for Conservation), 2003, pp. 40-45.

MECKLENBURG, Marion F.: *Study of the mechanical and dimensional properties of painting materials*, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2008.

PROCTOR, Robert: "Repairing tears in canvas paintings by a re-wearing process", en *AIC Postprints 1994*.

RICO MARTINEZ, Lourdes: "Sutura de desgarros en pintura sobre lienzo", *Patina*. 8 (1997), pp. 52-57.

ROCHE, Alain: *Comportement mécanique des peintures sur toile. Dégradation et prévention*, Paris: CNRS, 2003.

VV.AA.: *Seminario Internacional de conservación de pintura. El soporte textil: comportamiento, deterioro y criterios de intervención*, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005.

Autor

Eusebio Corcuera Alonso, Licenciado en Bellas Artes en la especialidad de Conservación y Restauración. Doctor en Bellas Artes con calificación Sobresaliente Cum Laude por unanimidad. Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales en todas las especialidades y Técnico en implementación de Normas Oshas 18001. Supervisor de instalaciones radioactivas en el área de aplicación de Radiología Industrial. Profesionamente desde su licenciatura en 1992 desarrolla su actividad como restaurador en la empresa privada, interviniendo básicamente a nivel institucional. En la actualidad, es docente en la especialidad de Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Sevilla. Dirección: Universidad de Sevilla. Facultad de Bellas Artes. C/Laraña 3, 41003 Sevilla. E-mail: eusebiocorcuera@us.es, eusebiocorcuera@gmail.com

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE OBRAS DE ARTE SOBRE PAPEL

Gemma María Contreras Zamorano

La restauración de obras sobre papel y pergamino ha evolucionado técnicamente y, de ser un oficio, se ha convertido en una disciplina científica. La ingente cantidad de material conservado en estos soportes ha despertado el interés de los investigadores que colaboran con los restauradores para implantar los sistemas más adecuados e inoocuos, fundamentalmente en limpiezas, desacidificación y estabilización de tintas metaloácidas.

The restoration of paper records and books has technically evolved from being a trade to a solid scientific discipline. It is preserved a huge amount of samples that have aroused researchers' interest all over the world. Restorers support their initiatives with these researchers to introduce optimal ways of cleaning, deadification and stabilization of iron gall inks.

*Desacidificación, estabilización, tintas, limpieza, papel
Deadification, stabilization, inks, cleaning, paper*

La conservación y restauración de obra gráfica y material de archivo: del oficio a las nuevas tecnologías (fig. 1)

“Los materiales que componen los fondos de los archivos están en peligro debido a su carácter único y al hecho de que son manejados por cualquier ciudadano interesado. La mayoría de los documentos están creados con materiales de uso cotidiano desde el momento de su génesis”¹³. Esta circunstancia diferencia, de manera sustancial, las



obras realizadas en papel o pergamino, de las pinturas o esculturas, creadas para el culto o una contemplación estética y pasiva.

Fig. 1: Consolidación por nebulización de un manuscrito iluminado.

La conservación y restauración de libros y material de archivo ha sido una disciplina que, a lo largo de los siglos, se ha desarrollado, ininterrumpidamente, en el seno de grandes archivos y bibliotecas públicas o privadas. Sin embargo, esta especialidad no se contemplaba en la Carta del Restauo de 1972; será en la Carta del 87 donde

¹³ [1, p. 167]

aparece un apartado dedicado a libros y otro a material de archivo¹⁴. Porque, así como la conservación de obra gráfica ha estado tradicionalmente ligada a la restauración de pintura y otras artes figurativas enfocadas a la recuperación del aspecto estético de la obra, la praxis de la restauración de libros y material de archivo, hasta casi nuestros días, ha tenido como objetivo principal y casi único la conservación del mensaje escrito.

Nicolas Pickwoad¹⁵ señalaba en 2007 que durante siglos se ha llevado a cabo la intervención de libros únicamente para preservar el acceso a los textos para su lectura, excluyendo los valores que el libro pudiera tener. La perdurabilidad de la información, incluso a costa de la destrucción de otros mensajes importantes que ofrecen los libros y documentos, ha sido, hasta bien entrados los años 50 en Italia¹⁶, y casi hasta los 80 en España (en los que empieza a instalarse un nuevo concepto de restauración fundado en que restaurar significa conservar y no rehacer); como hemos dicho, el modo de actuación en estos materiales.

Enzo Puglia¹⁷ describe los primeros testimonios conservados sobre este tipo de intervenciones. Se trata de referencias en lengua griega de dos bibliófilos, Pseudo-Diogenes cívico y Luciano di Samosata, que para preservar sus códices, realizaban ellos mismos las reparaciones. Éstas consistían, fundamentalmente, en la sustitución del inicio y el final de los rollos más deteriorados, el refuerzo de los bordes con papiro

¹⁴ Las consideraciones e instrucciones, implícita o explícitamente enunciadas en el presente documento, pretenden renovar, integrar y sustancialmente "sustituir" la Carta italiana del Restauo de 1972.

Por lo que respecta al libro dice [http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/Biblioteca/ITALIA.pdf (22/03/2012), p. 29]:

"Cuando se considere necesario intervenir en la obra, entonces se podrá elegir entre una intervención total o parcial. Se intentará siempre intervenir con la "pequeña restauración", es decir, una restauración con el libro sin descoser, en el caso de que las obras sean especialmente importantes por la estructura, la vetustez, por el valor artístico, porque el índice de su consulta sea hasta tal punto bajo que no sea necesario operar de modo radical, o por otras razones que se valorarán en cada caso.

La intervención se reducirá así al mínimo y el libro no sufrirá ninguna alteración a causa de su desmontaje completo, manteniendo intactas sus características originales. En los casos en los que se considere realmente indispensable el descosido del libro, se deberá proceder con la máxima cautela para evitar perder incluso el más pequeño testimonio.

Antes de descoser un volumen hay que controlar siempre la numeración original, para evitar errores durante la recomposición de los fascículos. Cualquier anomalía será comunicada al bibliotecario responsable.

Jamás se procede con el mismo criterio para cada libro que hay que restaurar, porque la obra tiene una vida propia que ha de ser considerada con relación al contenido, a la historia, a la materia, al uso. Por ello, no podremos dar nunca una regla única sobre cuándo conservar o eliminar el cosido, o cuándo privilegiar el texto respecto a la estructura, etc.

...se debe tender a conservar lo más posible cada uno de sus elementos constitutivos, aunque aparentemente sean insignificantes; pero el libro, siendo también un objeto para tocar, abrir, manipular, deberá ser funcional en las formas requeridas por su utilización".

¹⁵ [2]

¹⁶ [3]

¹⁷ [4]

(si no estaban muy dañados, porque, para eliminar grandes imperfecciones los cortaban, mermando así el tamaño original), en los casos en los que pensaban que no era posible recuperar con suplementos de papiro las zonas afectadas, sustituían la parte deteriorada y la reescribían. Esta práctica enlaza con las noticias que tenemos del Medioevo en el que se prefería copiar de nuevo un manuscrito deteriorado antes que restaurarlo.

Para las obras de los clásicos, muy consultadas, ésta debía ser una práctica bastante habitual; sin embargo, para la documentación de archivo, hay noticias desde el siglo XV en el Vaticano de partidas presupuestarias destinadas a la reparación de libros y documentos. Como ejemplo cabe citar una noticia del Libro del Racional de 1675 custodiado en el Archivo del Reino de Valencia, en el que el *mestre racional* realiza pagos por la reparación de libros. Generalmente, la figura a la que se encargan estas labores es al encuadernador, bien sea interno o externo a la institución.

Lo cierto es que en el período humanístico, al crecer el comercio del libro y la valoración de los textos, contribuyeron a darle un nuevo impulso al arte de la restauración, entendida como el cambio de encuadernación y la reescritura del texto perdido.

Esta práctica, aunque nos parezca totalmente irrespetuosa con los libros y documentos, no está tan alejada como pensamos. En el archivo de Alzira (y hemos visto otras muestras en archivos valencianos), el erudito Roque Chabás¹⁸, realizó, a inicios del siglo XX, una intervención en el manuscrito *Regimen dels oficis e capitols del Sach* (s.XIV) (fig. 2) en el que, al igual que la descripción que comentamos sobre los bibliófilos de época clásica, recortó y mutiló todo el soporte cartáceo dañado y añadió sobre el original fragmentos de un papel que nada tenía que ver con el papel de trapos, sin importarles el tamaño de éstos injertos, y sobre ellos escribió el texto las “lagunas de información” faltantes que, contenían los fragmentos eliminados.

Estas intervenciones poco ortodoxas serían imposibles de entender en la actualidad, pero han resultado esenciales para que estos legados lleguen hasta nosotros. Como las cintas autoadhesivas, tan dañinas para los manuscritos y muy difíciles de eliminar por la cristalización del adhesivo, pero que han sido determinantes para evitar la pérdida de numerosos fragmentos (fig. 3).

¹⁸ Archivero de la Catedral de Valencia, historiador, miembro correspondiente de la Real Academia de Historia, director de distintas secciones de Lo Rat Penat y de la Escuela de Estudios Valencianos (Denia 1844 - Valencia 1912).

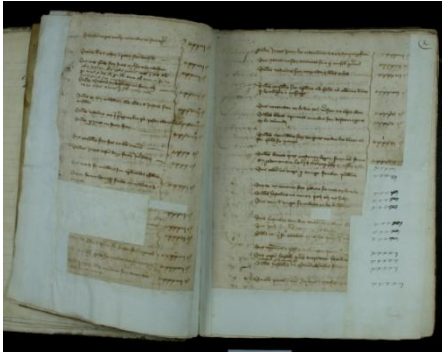


Fig. 2: *Regimen dels oficis e capitols del fig. Sach.* Archivo Municipal de Alzira.



Fig. 3: Detalle del deterioro causado por las cintas autoadhesivas en un manuscrito.

Hoy, según los postulados que acuñó Clackson de la mínima intervención, la restauración y el tratamiento de las lagunas hubiera sido muy diferente. Simplemente se recuperaría la laguna con pulpa de papel, de composición y color similar al original, pero nunca se reescribiría el texto.

Un caso curioso en Italia.

Cecilia Proserpi¹⁹ relata que, tras la unificación en 1875 de los archivos del estado italianos, se constituyó en 1908, a cargo del Ministerio del interior, una comisión preocupada por la idónea conservación de los documentos que custodiaban estos entes. Surgió a raíz de la necesidad del director del Archivo de Pisa de restaurar unos manuscritos de 1298 a 1405. El Ministerio aprovechó para enviar una carta en la que solicitaba se informara de los métodos y sistemas de restauración que se efectuaban, lo que sin duda supone una fuente histórica de importante valor para el estudio de los procesos de restauración de documentos. Esto no es un hecho aislado en este país, sino que se venía hablando de restauración desde la conferencia internacional de S. Gallo que organizó en 1898 el padre Erhle²⁰. Los resultados de tal encuesta revelan que los métodos usados más comúnmente eran la reparación de rasgados con carta engomada, la reencuadernación, la laminación con papel japonés y velo de seda y, lo que resulta más llamativo es que en algunos archivos recurrían a expertos en paleografía y escritura antigua para rehacer los escritos²¹. En referencia a los pergaminos cuyo elemento sustentado estaba desvaído, se le aplicaban reacciones químicas que reavivaban la escritura; el problema es que el resultado de tales

¹⁹ [5]

²⁰ Bibliotecario de la Vaticana.

²¹ Pietro Ciatti, de Florencia, concebía la restauración de los libros como el rehacer de los elementos ornamentales y la reproducción caligráfica de las antiguas escrituras (se continuaba con esta práctica en Florencia en 1881).

aplicaciones resultó efímero y el daño al documento permanente e irremediable²². No será hasta que en 1935 Alfonso Gallo publique su famoso texto²³, cuando se elimine esta práctica. Decía²⁴: “se debe evitar de manera absoluta la reintegración del grabado o de la escritura que aconsejaba Morgana. Tal falsificación, además de estorbar la originalidad de los textos, repugnan a su fidelidad”.

Estos pasos lentos en la historia, pero fundamentales para la conservación de libros y documentos, sustentan el criterio actual citado de la mínima intervención porque se valora, además de la información escrita contenida en estas obras, el valor intrínseco de los documentos, la llamada “Arqueología del Libro”: el estudio de sus componentes materiales (cuero, madera, papel, pergamino, elementos metálicos, cosido, guardas, sellos, etc.), fuente particularmente ricas de información inherente a la historia de la cultura material.

Federici²⁵ apunta en su pequeño manual destinado a conservadores y custodios, que el principal objetivo de la restauración es salvaguardar la información histórica de que la obra es vehículo y testimonio. Sólo cuando este estado está asegurado, se puede sustituir la funcionalidad en el respeto de los valores histórico estéticos de esos bienes. Propone la mínima intervención, que se debe hacer efectiva eligiendo siempre el nivel más simple que garantice la menor alteración en los materiales y las estructuras.

Criterios generales de actuación

Pero, ¿cómo podemos aplicar estas premisas a los casos reales de intervención?. En los departamentos de conservación y restauración de obra gráfica y material de archivo se restauran piezas de diferente condición: libros manuscritos, documentos de archivo, libros impresos, planos, dibujos, grabados. Esta variedad hace imposible la declaración de unos principios y premisas de reintegración que sean válidos para todos los casos. Se opta por unos criterios generales que pasan por conservar al máximo los elementos originales y por la utilización de materiales inocuos y removibles que faciliten una buena conservación y una intervención futura. La conservación y restauración de libros está en continuo avance y, conforme progresa la investigación

²² Se hizo uso del ácido gálico, tanino, sulfuro de amonio; la llamada tintura de Gioberti en Francia. Marino en Nápoles, hacia 1880, usaba un método secreto que se llevó a la tumba, con el que reavivaba las tintas con un componente clorofiláceo.

²³ [6]

²⁴ “debe essere però evitato maniera più assoluta il rifacimento della stampa o della scrittura consigliato dal Morgana. Tali falsificazione oltre a deturpare l’originalità del testi ripugnano alla fedeltà di essi”. [6]

²⁵ [7]

se descartan antiguos materiales que se ha comprobado que no respetaban la integridad del documento.

La restauración es una ciencia que avanza, y la conservación de libros y documentos ha pasado de ser la hermana pequeña en la restauración de Bienes Culturales, a ser una de las disciplinas más atendidas por la cantidad de patrimonio histórico conservado en soporte papel o pergamino.

La encuadernación

Como hemos escrito, la manera más habitual de restaurar una encuadernación ha sido, hasta hace muy poco, la sustitución por otra nueva porque el objetivo final era devolver la utilidad al volumen y no se valoraba la importancia histórica de este elemento. Sin embargo, cabe citar que en el Convenio Internacional del libro antiguo de Trieste de 1956 se hablaba de sustituir la encuadernación y de la integración estilística de la misma²⁶; un año después, Emanuele Casamassima²⁷ escribió un artículo dedicado a la restauración de la encuadernación en que decía que se debía hacer una encuadernación puramente funcional, sin ninguna pretensión estética. Pero todavía se aboga por el cambio en pro de la funcionalidad. A finales de los 90 seguían sustituyéndose un gran número de encuadernaciones de manuscritos iluminados. Aunque en su mayoría no se tratara de originales de época, sino de repristinaciones de los siglos XVI-XVIII, estas encuadernaciones y sus guardas, formaban parte de la historia del volumen.

En la actualidad, los restauradores de libros siguen los criterios de mínima intervención y de conservación del original siempre que sea posible. En las encuadernaciones de piel, dependiendo del nivel de deterioro, se realizan injertos de piel y, más recientemente de papel japonés, que tienen como objetivo devolver la funcionalidad de la misma y restablecer, de forma general, su aspecto estético. Estas lagunas se igualan en un tono similar al original, siempre plano y advertible²⁸. Un ejemplo de este tipo de intervención, ha sido la reciente restauración acometida por el IVC+R de *Els Furs* (fig. 4). La encuadernación, aunque manchada por un exceso de humedad, conservaba su estructura, pero tenía rasgados en la zona del lomo, donde se injertó

²⁶ “Nell’operazione di ripristino il legatore deve mostrare la sua capacità, perché è chi che l’uomo abbandona la macchina e diventa l’artefice che deve rifare le parti mancanti senza alterare le caratteristiche della legatura originale, rifacendo i fermali, i metalli, le borchie...”. [8,p. 198]

²⁷ “Note sul restauro delle legature: l’oggetto del restauro non deve essere considerato mai come una causa di piacere estetico e come moderna nuova arte, ma sebbene soltanto, come documento della civiltà artistica e culturale, non diverso sotto questo aspetto da qualsiasi altre fonte della storia della civiltà, per il conservatore...la nozione essenziale dell’oggetto affidato alle sue cure deve essere quello di documento”. [8, p.199]

²⁸ Con esta intervención estabilizamos deterioros sin alterar la visión de conjunto.

papel japonés²⁹ igualado en tono después con acuarela, y numerosas galerías producidas por un ataque de insectos xilófagos, que también se reintegraron de igual



forma³⁰. Por otro lado, en el centro de las cubiertas se intuía un escudo dorado de la ciudad de Valencia que se nos sugirió en un primer momento reintegrar pero decidimos que, por falta de información y por considerarlo un falso histórico era mejor consolidar tan sólo el original³¹.

Fig. 4: Intervención en la encuadernación de *Els Furs*.

En los casos extremos en los que la reintegración de lagunas resulte insuficiente para devolver la funcionalidad, se puede optar por la realización de una encuadernación en piel a la que superponer, con adhesivos adecuados, como el almidón, la encuadernación original, de manera que no se pierda este elemento.

Por lo que respecta a la encuadernación flexible de pergamino, los problemas y soluciones varían en mayor medida. A menudo, las encuadernaciones de este tipo se realizaban con documentos inservibles en su momento, por lo que el reverso de la cubierta contiene un texto. En estos casos es conveniente consultar a los archiveros la importancia del escrito en cuestión y decidir con ellos la posibilidad de recuperarlo o no como documento exento y realizar una nueva encuadernación que reproduzca la auténtica, pero conservando siempre todos los elementos originales como las cuerdas de cosido, los refuerzos del lomo y los sistemas de cierre, que se debe adjuntar siempre en bolsas de tereftalato de polietileno, dentro de la caja del libro (fig. 5, 6)

Ejemplo de esta intervención es un libro de la Acequia de Favara (fig. 7) conservado en el Real Colegio del Corpus Christi de Valencia, en el que se determinó sacar a la luz el documento que ocultaba la encuadernación por ser uno de los testimonios más antiguos que se conservan de las ciudades de Elche y Alicante.

²⁹ El papel japonés más adecuado para este tipo de intervenciones es SEKISHU *medium* de 19 g, adherido con almidón de trigo.

³⁰ Si bien la decoración gofrada se había mantenido casi en su totalidad exceptuando en los bordes, con ayuda de la plegadera se insinuaron las líneas con una ligera incisión para dar continuidad a la forma, sin ánimo de falsear la decoración, ya que el papel y el almidón con que se adhirió son totalmente removibles.

³¹ Cabe señalar que el valor histórico y de representación de este volumen nos decidió a realizar una intervención menos limitada para que el resultado tuviera una lectura más evidente.



Fig. 5: Caja de conservación sin adhesivos.



Fig. 6: Encapsulado de restos de una encuadernación.

Si la encuadernación no es un documento y su estado de conservación permite la reintegración de los faltantes, se opta por reparar los rasgados y las lagunas con un pergamino similar. Si las pérdidas son considerables, algunas vez se ha recurrido a la elaboración de una nueva cubierta sobre la que se adhiere la original (fig. 8), porque el pergamino es muy higroscópico y numerosos fragmentos adheridos provocan excesivas tensiones³².



Fig. 7: Libro de la Acequia de Favara.



Fig. 8: Cort del Justicia de Ontinyent, 1528.

El problema más habitual lo encontramos en la reposición o no de los elementos adyacentes a estas encuadernaciones, como son cintas de cierre, refuerzos del lomo y elementos decorativos. Para estos casos, no hay una norma única, se valora en cada momento la oportunidad de sustituir o hacer los elementos con la información que nos aportan los restos del original (siempre que estemos seguros de ellos). Las cintas de cierre y los refuerzos resultan a veces necesario sustituirlos o reponerlos por el estado de conservación del original, y por la necesidad de sustentar el volumen, lo que genera la reintegración de estos elementos con materiales similares a los usados antaño. Con

³² En numerosas ocasiones la intervención resulta perfectamente válida con la realización de una caja de conservación que asegure la perdurabilidad del documento.

los elementos decorativos, debemos ser respetuosos, y consolidar los restos que hay. Sólo intervenimos en la reposición de los faltantes cuando conocemos a buen recaudo cómo era, y realizamos una reintegración que sea clara y evidente; además de ser necesarios para reforzar los restos del original. Esto es muy habitual en las decoraciones bicolores de hilos de seda de los manuscritos.

Los documentos en papel y el cuerpo de los libros manuscritos

Para los documentos en papel y el cuerpo de los libros, la reintegración sigue unos parámetros que ya se han establecido como convencionales. Se reintegran las lagunas con papel japonés o papel realizado a partir de pulpas de fibras vegetales, y jamás se añade el texto aunque tuviéramos información de la falta.

El origen de estas lagunas es muy variado, pero fundamentalmente se debe al ataque de insectos bibliófagos que generan interminables galerías, degradación de los bordes y las esquinas de los bifolios, y la acción del hombre.

Si el libro se ha desmontado por problemas de conservación, y siempre después de realizar pruebas de solubilidad de las tintas, se reintegra mecánicamente con una vinyector, que es una máquina capaz de rellenar las lagunas con la pulpa de papel que se le añade, gracias a un sistema de remoción de agua y de succión controlada. La pulpa se elabora con pastas de papel procedente de fibras vegetales similares a las usadas en los papeles intervenidos (lino, cáñamo, algodón), que asemejamos en color para que se integre cromáticamente en el documento. Al tratarse de lagunas planas, sin escritura ni la verjura característica de estos papeles, son perfectamente reconocibles. Esta reintegración es muy eficiente si el deterioro es muy intenso y repercute en todo el volumen o documento.

En los libros y documentos que, o bien no se han desmontado o las tintas son solubles al agua, se realizan las reintegraciones con papel japonés de manera manual, recortando la laguna con un milímetro de fibras sueltas que solaparán al original, adherido con un compuesto inerte y removible.

Un caso especial son los libros que han sufrido una importante oxidación de las tintas ferrogáficas, en la que la consistencia de la caja de escritura pelagra o ya ha comenzado a desintegrarse. Desde antiguo, se han efectuado laminaciones³³ con diversos materiales, velo de seda, acetatos, paraloid, plextoles... el comentario que

³³ Federici [7] considera inaceptable este procedimiento porque disminuye la facilidad de lectura de los documentos, él apunta por el *Papierspaltung* alemán en el que la laminación se hace interna separando el folio en dos mitades. A nuestro entender este sistema es muchísimo más agresivo para el soporte, y con los nuevos papeles japoneses de gramaje entorno a los 3gr/m², la lectura es fácil aunque menos intensa pero compensa por la salvaguarda que se hace de la información.

nos compete en este discurso es el referente a las piezas o fragmentos sueltos entre los bifolios de los manuscritos. ¿Qué hacer con ellos?. No es una tarea fácil devolver a su lugar original estos fragmentos; en la historia de la restauración de documentos no siempre se han respetado. En ocasiones se han eliminado, otras se han puesto aleatoriamente en las lagunas de los bifolios vecinos³⁴. Como ejemplo señalamos la costosa intervención de ocho meses de duración de un libro del archivo musical del Patriarca (fig. 9-11), en que, con la ayuda de una musicóloga del Instituto Valenciano de la Música, se lograron reubicar la mayoría del centenar de fragmentos que se recuperaron entre el volumen.

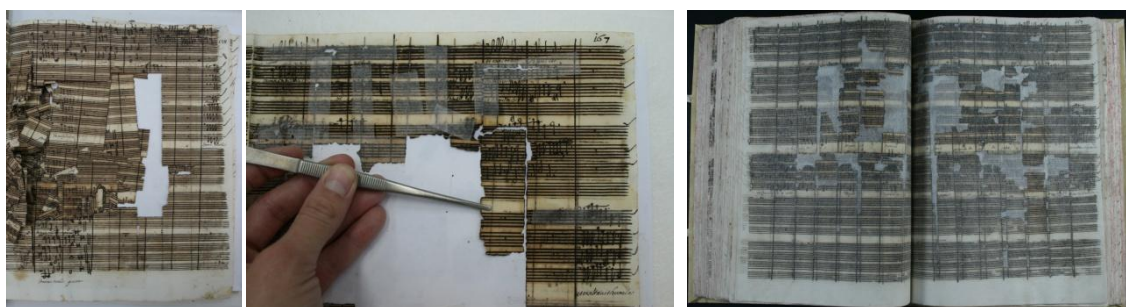


Fig. 9, 10, 11: Libro de Máximo Ríos de Archivo Musical del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia: estado inicial; colocación de fragmentos; laminación y estado final.

La laminación siempre ha sido un asunto muy discutido en la restauración de obra sobre papel, porque se pierde legibilidad y algunos consideran que es una práctica abusiva. Sólo en algunos casos de extrema necesidad, como podría ser el planteado con anterioridad, se hace imprescindible para la reubicación y conservación de fragmentos. Si bien es siempre preferible la laminación en húmedo con adhesivos conocidos³⁵ con papeles japoneses de bajo gramaje (tisú de bajo gramaje de 3 y 5), directamente o con tisú rehumectable como recomienda Andrea Pataki³⁶; desde hace años se vienen desarrollando sistemas de laminación en seco con adhesivos termofundibles que permiten la consolidación del documento y la posterior inserción de fragmentos desprendidos con mayor facilidad³⁷.

³⁴ El IVC+R los ha conservado en numerosas ocasiones, se laminan todos los fragmentos que no se han podido ubicar, y se cosen al final del volumen para evitar su pérdida y dejando el camino abierto a nuevos sistemas y avances en el terreno de la restauración.

³⁵ Se recomienda usar la gelatina en papeles con problemas de oxidación porque, aunque no está demostrado pero sí muy estudiado, se cree que contribuye a mejorar la estabilidad de la tinta. Pero si el documento ha sufrido un ataque de microorganismos, conviene usar metilcelulosa para evitar favorecer el crecimiento de éstos.

³⁶ [9]

³⁷ En el IVC+R usamos desde hace cuatro años tisú preparado con plectol al 15% en agua porque la adhesión, sin ser demasiado fuerte, es efectiva y la removilidad bastante fácil con alcohol en spray. [10]

El pergamino

Para los pergaminos la solución es más universal; sólo se reintegra con pergamino o pulpa de pergamino o papel japonés las partes en las que el documento tenga necesidad de sostener su estructura. En casos excepcionales de pergaminos iluminados o especialmente relevantes para una comunidad, se puede estudiar la reintegración de las lagunas completas. De forma habitual no se hace por los problemas de tensión comentados. Se prefiere un buen montaje que conserve en correctas condiciones el original y pueda ser consultado.

Para la humectación se recomienda hacer sándwich de papel secante con goretex, o utilizar una cámara de humectación en la que poder controlar el grado de humedad progresivamente. Para el posterior alisado, se utilizan diversos métodos con pinzas, ventanas de paspartú, peso uniforme, hilos adheridos con almidón e imanes sobre una base metálica (fig. 12, 13). Este último sistema resulta tremendamente útil porque permite la intervención en volúmenes que no requieran el desmontaje de la encuadernación para su recuperación.

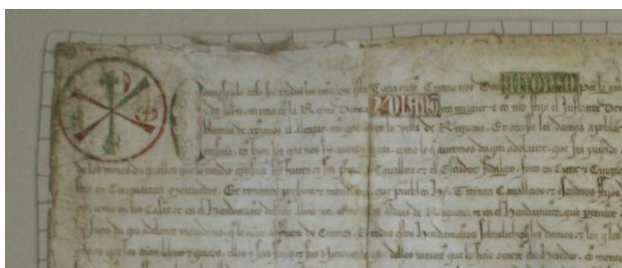


Fig. 12: Alisado y montaje con hilos de lino.



Fig. 13: Alisado con imanes sin desmontar.

El grabado

Con el grabado cambiamos de la disciplina de archivo y biblioteca, a la obra gráfica pensada para la contemplación y, en ocasiones, como apoyo a la literatura científica. Si bien en estos casos el criterio de reintegración del soporte es igual al descrito en los documentos sobre papel, en el caso de la grafía, si las lagunas son pequeñas y dificultan o interrumpen de manera traumática la lectura, se pueden reintegrar con un lápiz negro, con *puntillismo* o una tinta plana pero no opaca que iguale el tono en *sototono*. Si por el contrario la laguna es considerable, nunca se reinventa el motivo, tan sólo en ocasiones se pueden continuar las líneas de cierre para dar continuidad al discurso estético sin alterar en exceso el original.

El dibujo

Los mismos parámetros que los descritos para los grabados son los aplicados a los dibujos; si bien en este caso el respeto por el trazo original del autor es extremo y no se reintegra cromáticamente el diseño.

Los mapas y planos

De la misma forma, en los mapas y planos tanto impresos como dibujados, se reintegra el soporte siempre, por la necesidad de consolidar la pieza, y porque los injertos en papel no suelen provocar las tensiones descritas para los pergaminos.

En referencia a la reintegración de la grafía, sólo en las ocasiones en las que la importancia de la pieza, como el Plano de la Ciudad de Valencia del padre Tosca de importante valor estético, se plantea la reintegración cromática y la grafía con lápices blandos fácilmente removibles sobre la laguna injertada, y rara vez sobre el soporte original.

Por el contrario, en un plano muy deteriorado sobre una tela almidonada de la ciudad de Sueca, se decidió consolidar el soporte adhiriéndolo a una tela de un color acorde al original y dejar a la vista este soporte auxiliar sin deparar en las razones estéticas por falta de información y por prudencia de actuación.

Nuevas tecnologías en la conservación y restauración de obras con soporte papel

Si bien los criterios generales de la mínima intervención se aplican de manera universal en la deontología profesional de los restauradores, el camino de la investigación sobre intervención en obra gráfica y material de archivo evoluciona marcado por los problemas de conservación más universales en estos soportes: la acidez y sus procesos de degradación (hidrólisis ácida de la celulosa)³⁸; y la oxidación de las tintas metaloácidas³⁹, elemento de escritura utilizado hasta bien avanzado el siglo XIX⁴⁰.

³⁸ La celulosa es muy sensible al ataque ácido, que provoca la despolimerización de la molécula. Este exceso de iones H es el responsable de la acidez del papel, sobre todo aquellos encolados con colofonia o alumbre, y los fabricados a partir de pastas de madera. [11]

³⁹ El elemento colorante de las tintas ferro y metalogálicas es el hierro (III), que es un pirogalato formado por la reacción del ácido gálico de las agallas con el hierro (II). El ácido sulfúrico es el producto de esta reacción y es el responsable de la hidrólisis ácida de la celulosa en los manuscritos con tintas metaloácidas. Como la preparación de las tintas era desequilibrada en la composición, con un exceso de sales de hierro, éste provoca la hidrólisis descrita y la oxidación catalizada por el hierro (II) libre, la llamada Reacción de Fenton (Fenton-like si hay presencia de iones de Cu). [12, 13]

⁴⁰ [14, 15]

Análítica aplicada

Hoy la ciencia nos ayuda a acercarnos a los elementos constitutivos de libros y material de archivo mediante sistemas analíticos⁴¹. Los que se aplican comúnmente a obra gráfica y material de archivo son:

- a) Sin toma de muestra: Espectroscopía de Fluorescencia de Rayos X (fig. 14) (EDXRF – análisis elemental, identificación de pigmentos y tintas), PIXE⁴² (composición elemental), FTIR-ATR⁴³ (identificación de compuestos orgánicos: proteínas, polisacáridos, grasas), Micro-Raman, LIBS⁴⁴ (análisis multielemental), Reflectografía Infrarroja (lectura textos desvaídos), Ultravioleta (información de la capa superficial), Medición de pH⁴⁵.

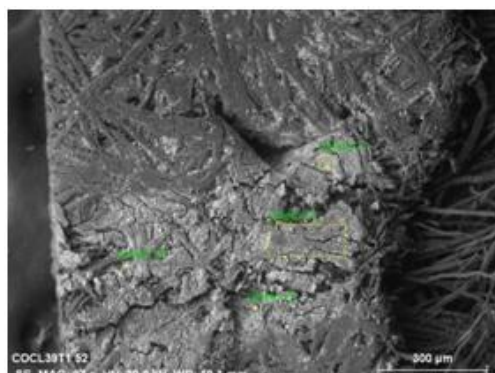
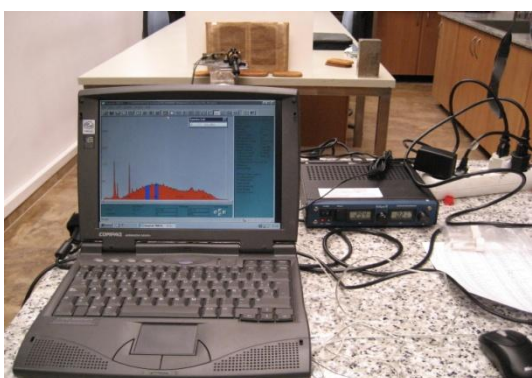


Fig. 14: Análisis de las tintas de un libro con EDXRF. Fig. 15: Análisis de tintas con SEM-EDX.

- b) Con toma de muestra: Microscopía óptica, Microscopía electrónica (fig. 15) (SEM-EDX⁴⁶)- morfología de las partículas y estructura, análisis elemental y mapas de distribución-, análisis microquímico, FTIR (compuestos orgánicos), Raman (composición elemental y compuestos inorgánicos), Cromatografía (GC-MS⁴⁷- aceites, gomas, ceras, encolado, HPLC⁴⁸- encolado, colorantes, TLC⁴⁹- proteínas y colorantes).

⁴¹ [16-19]

⁴² Emisión de rayos X inducida por partícula.

⁴³ Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier.

⁴⁴ Espectroscopía de plasma inducida por láser.

⁴⁵ Proyector SurveNIR (<http://www.science4heritage.org/survenir/dissemination>, 12/12/2011): determina con un método no destructivo en el mismo instrumento espectroscópico el contenido de gelatina, las propiedades mecánicas, el contenido en lignina, el pH y el grado de polimerización.

⁴⁶ Microscopía electrónica de barrido – rayos X dispersiva en energía.

⁴⁷ Colorimetría de gases-Espectrometría de masas.

⁴⁸ Cromatografía líquida de alta resolución.

⁴⁹ Cromatografía de capa fina.

Limpieza de soporte papel y pergamino con geles

Uno de los caminos que se está desarrollando con más énfasis, aunque con un poco de retraso respecto a otras disciplinas, es la limpieza del papel y pergamino con geles. Paolo Cremonesi⁵⁰ ha investigado sobre diversos geles⁵¹ que consiguen disminuir el poder penetrante del agua modificando con ellos su viscosidad.

Los más conocidos por los restauradores de papel son los éteres de celulosa⁵². Pero el citado científico advierte que, si bien el envejecimiento parece ser bastante bueno porque se mantienen elásticos y flexibles, interactúan con la celulosa y puede resultar complicado eliminar los restos del papel. El más sencillo y ampliamente utilizado es la Metilcelulosa (MC), que de todos es el más adhesivo e hidrófilo. Sus características han conducido a la búsqueda de otros éteres más compatibles con el papel, y hoy se proponen como alternativa el Klugel G⁵³ (menos hidrófilo, aunque se hidrata bastante bien, se adhiere menos y es fácil de eliminar), y la Hidroxipropilcelulosa, el éter más resistente a la temperatura.

Ante las limitaciones descritas de estos compuestos, Cremonesi propone como alternativa la goma xantano o Vanzán⁵⁴ y el ácido poliacrílico o Carbopol. El primero es de fácil hidratación y tiene un poder adhesivo menor, lo que facilita tremendamente su eliminación y resulta muy adecuado en la remoción de soportes o aditivos auxiliares (fig. 16). Cuando se prepara en agua tiene un pH entre 6 y 8, lo que resulta adecuado para la aplicación sobre soporte papel. Para trabajar sobre pergamino puede añadirse a la solución 5ml de cococolágeno, que ayuda a remover más rápidamente la suciedad (fig. 17). Al tratarse de geles, la humectación es limitada y no deforma el soporte.

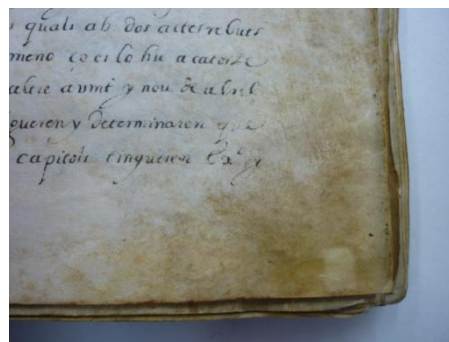
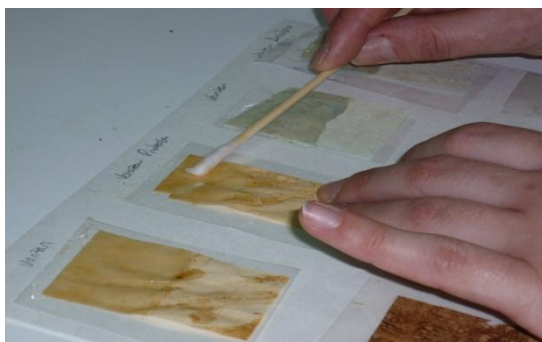


Fig. 16: Eliminación de adhesivos con Vanzan. Fig. 17: Vanzan y cococolágeno en pergamino.

⁵⁰ [20-23]

⁵¹ Polímeros que se disuelven en un líquido y actúan como si fueran fibras.

⁵² En los que la molécula de la celulosa se modifica físicamente para cambiar sus propiedades hidrófilas y hacer estas sustancias solubles en agua, alcoholes y otros disolventes.

⁵³ Preparación: 5gr en 100ml de agua.

⁵⁴ Polímero producido por la fermentación de una bacteria de la lechuga y que se utiliza como espesante alimenticio. También se pueden añadir enzimas a la preparación para ayudar en la remoción de colas; si son de origen glúcido amilasa, y proteasa para las de origen proteico (no se pueden usar estas últimas en pergamino).

El Carbopol es un polímero de origen sintético acrílico que tiene un inconveniente importante: es ácido; por lo que para poder hacer uso de sus propiedades en la conservación y restauración de papel y pergamino debemos neutralizarlo con soluciones tampón⁵⁵.

Una solución muy diferente a lo que los restauradores estamos acostumbrados son los geles rígidos. Si bien se venía experimentando con el agar agar⁵⁶, Cremonesi recomienda un polisacárido con una estructura diferente, transparente y elástico, que solidifica a los 27-31°C: *Gellano* o *Phytigel* (fig. 18-20); cuyo rendimiento aumenta al ser capaz de canalizar a través de su gruesa película, tratamientos de blanqueo y desacidificación puntuales o generales, con una aplicación mucho más controlada y efectiva.



Fig. 18, 19, 20: Aplicación de gel rígido de Phytigel, puntual y total. Resultados de la limpieza.

Estabilización de tintas metaloácidas

Los tratamientos propuestos por Jana Kolar⁵⁷ y sus colaboradores para la estabilización de las tintas metaloácidas son:

- Fitato de calcio⁵⁸ y de magnesio⁵⁹ que reduce los iones de hierro. Se ha demostrado que frenan de manera eficaz la reacción de Fenton. Tiene la desventaja de que son tratamientos solubles⁶⁰ no siempre aplicables en volúmenes con una oxidación excesiva cuyo soporte no resista el baño, y necesitan un baño sucesivo de desacidificación. Si los comparamos, ha resultado más eficaz el de Mg porque se consigue alcanzar el pH deseado sin usar amonio y después de 12 horas de tratamiento permanece eficaz.

⁵⁵ Base: 4 gr Hidróxido de sodio en 100ml de agua/ ácida: 7ml de ácido clohídrico en 93 ml de agua. [20, 21]

⁵⁶ Extracto de un tipo de algas que al enfriar se solidifica.

⁵⁷ [13, 24-26] Zappalà hizo una evaluación de los tratamientos propuestos por estos investigadores en 2005. [27]

⁵⁸ 15-20m de baño con fitato (2.88gr de 40% de solución de ácido fítico + 0.44gr de CaCO₃ + una solución de amonio para alcanzar el pH deseado [se recomienda entorno a 5.8-6], en un litro de agua desionizada) seguido de un baño de 20 minutos en bicarbonato cálcico. [24]

⁵⁹ 15-20m de baño con fitato (2.88gr de 40% de solución de ácido fítico + 0.2gr de CaCO₃, en un litro de agua desionizada) seguido de un baño de 20 minutos en bicarbonato cálcico. [24]

⁶⁰ Se ha demostrado que los tratamientos acuosos conllevan una pérdida aproximada del 50% de la tinta. [28]

- Tetra Butil Amonio Bromuro⁶¹. Es el resultado de la investigación de tratamientos en seco, que podría aplicarse directamente en brocha, sin baño. Sin embargo, se trata de un procedimiento que todavía no ha sido suficientemente testado por lo que no se aconseja su utilización.

Strlic⁶² demostró que la actividad catalítica del hierro es máxima en un pH 8-8.5, y para el cobre >8.5; por tanto, los tratamientos de desacidificación son perjudiciales si se superan estos niveles. “En el mismo sentido se ha demostrado que la actividad catalítica de los iones metálicos es mínima cuando el pH está en torno a la neutralidad. Esto significa, que un control exhaustivo de la acidez/alcalinidad podría procurar un camino más fácil para reducir la velocidad de la degradación por oxidación a través de las reacciones de Fenton y Fenton-like. En otras palabras, sería posible inhibir la degradación de la tinta por catalización de la celulosa, con sólo un tratamiento de conservación de desacidificación”⁶³.

Desacidificación⁶⁴

Desde los años 60 se empezaron a investigar sistemas que limitaran la acidez del papel porque ésta generaba una degradación en continuo avance. Los métodos debían ser capaces de neutralizar el ión hidrógeno. Desde entonces, se han desarrollado numerosos sistemas individuales y colectivos⁶⁵.

El método más utilizado es el baño en una solución de hidróxido de calcio o de bicarbonato de calcio. Si bien se ha demostrado su utilidad para elevar el pH de los papeles y procurar una reserva alcalina, estos sistemas tienen importantes limitaciones. La primera es que se trata de tratamientos acuosos, no siempre compatibles con la solubilidad de algunos compuestos; y la segunda es que, en mayor medida el hidróxido de calcio confiere al papel un pH con excesiva alcalinidad, que produce, de igual manera que la acidez, una excesiva despolimerización.

Un sistema menos utilizado pero que resulta muy útil y con buenos resultados, es el propionato de calcio, que permite hacer un baño similar a los compuestos de calcio anteriores en solución acuosa, pero también permite la disolución en alcohol, incluso aplicable por vaporización, lo que resuelve, en parte, los problemas generados por la

⁶¹ A una concentración de 0'03 moles/L (9,67gr/L).

⁶² [13, 28]

⁶³ “It has also been shown that catalytic activity of metal ions (copper or iron) is minimal when pH is around neutrality. This means that the precise control of paper acidity/alkalinity could provide an easy way to reduce the degradation rate of oxidation through Fenton and Fenton-like reactions. In other words, it should be possible to inhibit the ink-catalyzer degradation of cellulose with only a deadification conservation treatment.” [28, p. 19087]

⁶⁴ Comentamos sólo los métodos aplicados en laboratorios de restauración de manera individual, si bien existen numerosos sistemas de desacidificación en masa.

⁶⁵ [29-30]

solubilidad de los elementos sustentados⁶⁶. Una ventaja añadida es su condición de fungicida y su baja toxicidad.

Por eso se desarrollaron otros sistemas como el Bookkeeper⁶⁷ y el Booksaver⁶⁸ basados en dispersiones de óxido de magnesio en disolventes no acuosos. En ambos sistemas se trata de pequeñas partículas de este óxido de magnesio que se introducen en los intersticios del papel y logran una buena penetración evitando la formación de veladuras superficiales. Con estos sistemas no es necesario el desmontaje de los libros para su tratamiento ya que la aplicación es por nebulización, y el secado es muy rápido por la volatilidad de los disolventes.

Pero las nuevas investigaciones⁶⁹ apuntan a que éstos últimos sistemas no hacen una distribución homogénea de las partículas, por lo que se trabaja con la generación de nanopartículas de $Mg(OH)_2$ y $Ca(OH)_2$ disueltos en 2-propanol⁷⁰, para su uso en desacidificación de papel. Este sistema se ha aplicado con éxito en otras disciplinas porque, cuanto menores son las partículas, mayor es la reacción y los procesos de neutralización y carbonización son más rápidos. Además, su tamaño permite una penetración más eficaz, la distribución más homogénea, y no alteran la composición de los materiales por el disolvente utilizado. La concentración de partículas puede ajustarse durante el proceso, hacia el punto neutro, por lo que obtendríamos con ello un método eficaz que inhibe la oxidación de los metales y la hidrólisis ácida de la celulosa.

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a Teresa Escohotado por contar conmigo para participar en este curso, a la directora del IVC+r, Carmen Pérez por su apoyo incondicional y a todo el personal del departamento de conservación de obra gráfica y material de archivo por su contribución en este artículo, en los trabajos señalados y las fotografías aportadas.

Lista de materiales

Propionato de calcio (www.levantinalab.com).

⁶⁶ [31,32]

⁶⁷ www.ptlp.com/bookkeeper.html (13-12-2011).

⁶⁸ www.cscbooksaver.com/files/dossier_CSC.pdf (13-12-2011).

⁶⁹ [28, 33, 34]

⁷⁰ El disolvente 2-propanol no afecta a los componentes sensibles al agua de las tintas y no provoca el sangrado de las mismas.

Gelatina tipo B Bloom 200, Plextol, Papel Nao de 3 y 5gr, SEKISHU *medium* de 19gr (www.arteymemoria.com).

Vanzan, Carbopol, Cococolageno, Phytigel (www.sigmaaldrich.com).

Bibliografía

- 1 CRESPO ABACÁ, Luis: “Los fondos de los archivos: el equilibrio entre el uso y los criterios de restauración”, en *II Jornadas técnicas sobre restauración de documentos*, Pamplona: Gobierno de Navarra, Institución Príncipe de Viana, 2007, pp. 167-177.
- 2 PICKWOOD, Nicholas: “Priorities in book conservation”, en *II Jornadas técnicas sobre restauración de documentos*, Pamplona: Gobierno de Navarra, Institución Príncipe de Viana, 2007, pp. 39-70.
- 3 FAIA, Chiara: “Il contributo di Francesco Barberi al restauro librario”, *Biblioteche oggi*. (2009) pp. 13-20.
- 4 PUGLIA, Enzo: *La cura del libro nel mondo antico. Guasti e restauri del rotolo di papiro*, Napoli: Liguori, 1997.
- 5 PROSPERI, Cecilia: “I restauri nei lavori della Commissione istituita nel 1909/10”, en *Materiali per una storia della teoria del restauro documentario*, Roma: Editore Ugo Quintily SPA, 2006.
- 6 GALLO, Alfonso: *Le malattie del libro. Le cure ed i restauri*, Roma: Mondadori, 1935.
- 7 FEDERICI, Carlo: *A, B e C. Dialogo sulla conservazione di carte vecchie e nuove*, Roma: Carocci Editore, 2006.
- 8 STAGI, Tiziana: “Emmanuele Cassamassima e le biblioteche”, *JLIS.it*. Vol.1 nº1 (2010) pp. 195-212.
- 9 PATAKI, Andrea: “Remoistenable Tissue Preparation and its Practical Aspects”, *Restaurator*. Vol.30 (2009) pp. 51-69.
- 10 CONTRERAS ZAMORANO, Gemma, JUANES BARBER, David, SANTAMARÍA SÁNCHEZ, María Isabel: “Alternativa a la laminación en húmedo en el proceso de intervención de *Actes de Consell* de 1450 a 1571, en el Archivo Municipal de Alzira (Valencia)”, en *17th International Meeting on Heritage Conservation*, Castellón: Universidad Politécnica de Valencia, 2008, pp. 241-244.
- 11 GIORGI, Rodorico, POGGI, Giovanna, BAGLIONI, Piero: “Deadificazione di documenti cartacei mediante dispersioni non acquose di nanoparticelle alcaline”, en *VI Congresso Nazionale IGIIIC -Lo Stato dell’Arte-*, Spoleto: IGIIIC-Italia, 2008, pp. 69- 77.

- 12 POGGI, Giovanna, BAGLIONI, Piero, GIORGI, Rodorico: "Alkaline Earth Hydroxide Nanoparticles for the Inhibition of Metal Gall Ink Corrosion", *Restaurator*. Vol.32 (2011) pp. 247-273.
- 13 KOLAR, Jana, STRLIC, Matija: *Iron gal links: on manufacture characterisation degradation and stabilization*, Ljubljana: National and University Library, 2006.
- 14 ZERDOUN BAT-YEHOUDA, Monique: *Les encres noires au moyen age (jusqu'à 1600)*, Paris: CNRS, 1983.
- 15 CARVALHO, David N.: *Forty Centuries of Ink*, UK: Tutis Digital Publishing Private Limited, 2009.
- 16 FERRERO, J. L., ROLDÁN, C., JUANES, D., CARBALLO, J., LLUCH, J. L., ARDID, M., VIVES, R.: "Study of inks on paper engravings using portable EDXRF spectrometry", *Nucl. Instr. and Meth. in Phis. Res. B* Vol.213 (2004) pp. 729-734.
- 17 FERRERO, J. L., ROLDÁN, C., JUANES, D., CARBALLO, J., LLUCH, J. L., ARDID, M., VIVES; R.: "Design of EDXRF equipment for the non destructive study of prints", *Advances in X-ray Analysis. ICDD*. Vol.47 (2004) pp. 70-75.
- 18 MARTÍN DE HIJAS, C., JUANES, D., GARCÍA, M.A.: "Análisis de los documentos autógrafos de Isabel I pertenecientes al fondo documental del Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe", en *Bienes Culturales*, Madrid: Ministerio de Cultura, 2004, pp. 81-102.
- 19 ARTEAGA, Ángela, DEL EGIDO, Marian, JUANES, David, MARTÍN DE HIJAS, Carmen: "Análisis del tejido y del relleno de papel de la arqueta de Martín I el Humano", en *Bienes Culturales*, Madrid: Ministerio de Cultura, 2006, pp. 155-162.
- 20 CREMONESI, Paolo: *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*, Serie Collana i talenti, N° 7, Padova: Il Prato, 2000.
- 21 BERZIOLI, M., BOTTI, L., CASOLI, A., CORAZZA, A., CREMONESI, P., IANNUCELLI, S., ISCA, C., PLACIDO, M., RESIDORI, L., RUGGIERO, D., SOTGIU, S., TIRENI, L.: "Evaluation of cleaning and chemical stabilization of paper treated with a rigid hydrogel of gellan gum by means of chemical and physical analyses", en *ICOM 16th triennial conference*, Lisbon: ICOM, 2011.
- 22 IANNUCELLI, Simonetta, SOTGIU, Silvia: "L'impiego di gel rigidi polisaccaridici per il trattamento di pulitura di opere grafiche a stampa", en *VII Congresso Nazionale IGIIIC -Lo Stato dell'Arte-*, Napoli: IGIIIC-Italia, 2009.
- 23 IANNUCELLI, Simonetta, SOTGIU, Silvia, MISSORI, Mauro: "La chiena di papa Clemente VIII del 1598: pulitura del supporto cartaceo, tecniche di lavaggio e diagnosi ottica dei risultati", en *II Congresso Nazionale IGIIIC -Lo Stato dell'Arte-*, Genova: IGIIIC-Italia, 2004.

- 24 KOLAR, Jana, MOZIR, Alenka, STRLIC, Matija, DE BRUIN, Gerrit, PIHLAR, Boris, STEEMERS, Ted: "Stabilisation of iron gal link: aqueous treatment with magnesium phytate", *e-Preservation Science*. 4 (2007) pp. 19-24.
- 25 KOLAR, Jana, MOZIR, Alenka, STRLIC, Matija, DE BRUIN, Gerrit, CERES, Gabriele, CONTE, Valeria, STEEMERS, Ted: "New antioxidants for treatment of transition metal containing inks", en *Durability of paper and Writing*. 2 (2008) pp. 20-21.
- 26 BOTTI, Lorena, MANTOVANI, Orietta, RUGGIERO, Daniele: "Calcium phytate in the treatment of corrosion caused by iron gall inks: effects on paper", *Restaurator*. Vol.26 (2005) pp. 44-62.
- 27 ZAPPALÀ, Antonio, DE STEFANI, Caroline: "Evaluation of the Effectiveness of Stabilization Methods: Treatments by Deadification, Trehalose, Phytates on Iron Gall Inks", *Restaurator*. Vol.26 (2005) pp. 36-43.
- 28 POGGI, Giovanna, BAGLIONI, Piero, TOCCAFONDI, Nicola, KATZUR, Verena, GIORGI, Rodorico: "Hydroxide Nanoparticles for Deacidification and Concomitant Inhibition of Iron-Gall Ink Corrosion of Paper", *Langmuir*. 26 (2010) pp. 19084-19090.
- 29 TACÓN CLAVAÍN, Javier: *La restauración en libros y documentos. Técnicas de intervención*, Madrid: Ollero y Ramos Editores, S.L., 2009 (En las pp. 126-135 se explican muy acertadamente todos los sistemas de desacidificación de papel).
- 30 PLOSSI, Mariagrazia, ZAPPALÀ, Antonio: *Libri e documenti: Le scienze per la conservazione e il restauro*, Gorizia, Biblioteca Statale Isontina: Edizioni della Laguna, 2007 (En las pp. 625-639 se explican diversos sistemas de desacidificación de papel).
- 31 PLOSSI ZAPPALÀ, Mariagrazia: "Il propionato di calcio nella deadificazione e/o stabilizzazione della carta", *Cellulosa e Carta*. 3 (1994) pp. 53-58.
- 32 BICCHIERI, Marina, MONTI, Michela, ANTONELLI, Marta Letizia: "A new low-cost and complete restoration method: a simultaneous non-aqueous treatment of deadification and reduction", en *Third International Conference on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean basin*, Alcalá: Universidad de Alcalá, APUENTE, J. (ed.), 2001.
- 33 GIORGI, Rodorico, BOZZI, Claudio, DEI, Luigi, GABBIANI, Chiara, NINHAM, Barry W., BAGLIONI, Piero: "Nanoparticles of Mg(OH)₂: Synthesis and Application to Paper Conservation", *Langmuir*. 21 (2005) pp. 8495-8501.
- 34 GIOIRGI, Rodorico, CHELAZZI, David, BAGLIONI, Piero: "Il ruolo degli inchiostri metallo-gallici nei processi degradativi di manoscritti cartacei", en *V Congresso Nazionale IGIIIC -Lo Stato dell' Arte-*, Cremona: IGIIIC-Italia, 2007.

Autor

Gemma María Contreras Zamorano ocupa el cargo de Jefa de sección de conservación y restauración de obra gráfica y material de archivo del Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals (IVC+r). Desde 1999 trabaja para la Generalitat Valenciana como restauradora de obra gráfica y material de archivo. Es licenciada en Bellas Artes por la Universidad Politécnica de Valencia y en Geografía e Historia por la Universidad de Valencia, donde obtuvo el DEA en el Departamento de Historia del Arte. Actualmente está realizando la tesis doctoral con una investigación sobre las tintas de los manuscritos valencianos entre 1300 y 1600: composición, degradación y sistemas de estabilización. Dirección: Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals. C/ Pintor Genero Lahuerta nº 25 - 3º. 46010 Valencia. E-mail: gemmarestauro@gmail.com

NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS BROCADOS APLICADOS

Ainhoa Rodríguez López

El estudio de la técnica pictórica en relieve del brocado aplicado en una tesis doctoral [1] ha ampliado nuestro conocimiento sobre la misma y ha permitido profundizar en las técnicas de laboratorio empleadas en el análisis de policromías. Aquí ofrecemos un breve acercamiento a la técnica en cuestión y una exposición del protocolo de actuación y las herramientas de estudio utilizados para la identificación y caracterización de los brocados aplicados.

The study of the relief painting technique of the applied brocade in a PhD thesis [1] has broaden our knowledge of the technique and has led to a better understanding of the laboratory techniques employed in paintings' analysis. Here we include a brief description of the technique and present the protocol and tools of study used for the identification and characterization of the applied brocades.

*Brocado aplicado, pintura, relieve, análisis, laboratorio, caracterización
Applied brocade, painting, relief, analysis, laboratory, characterization*

Introducción

El interés por conocer la materia que compone las decoraciones pictóricas es cada vez más patente, tal y como queda reflejado en las numerosas publicaciones especializadas de las últimas décadas donde un elevado número de aportaciones se centran en el análisis, identificación e interpretación, por medio de técnicas de laboratorio, de las técnicas de ejecución y los materiales constituyentes de diversas técnicas de pintura. Los resultados objeto de estos estudios son de gran utilidad para todas las disciplinas relacionadas con el arte, que incluyen, entre otras, la conservación y restauración de bienes culturales, la historia del arte, la química, la biología, la arquitectura y la arqueología. Ello implica una mayor colaboración entre disciplinas o interdisciplinariedad en los proyectos relacionados con el arte, ya que los múltiples puntos de vista sobre un mismo hallazgo o resultado ayudan a comprender mejor la naturaleza del elemento analizado.

Con objeto de la tesis doctoral europea llevada a cabo sobre los brocados de estaño en relieve aplicados del territorio geográfico de Guipúzcoa, se elaboró un protocolo específico de actuación complementado con unas herramientas de estudio para el análisis tipológico, técnico y material de dichos motivos pictóricos [2]. Dicho protocolo y herramientas demostraron, tras su puesta en práctica, su efectividad y versatilidad,

dado que es posible aplicarlo al estudio de otras técnicas pictóricas localizadas sobre diferentes soportes.

En este capítulo pretendemos acercar al no especialista dichas técnicas de análisis de un modo comprensible y razonable. El propósito es que aquellas disciplinas más humanísticas implicadas en el conocimiento del patrimonio artístico puedan interrelacionarse mejor con las disciplinas más científicas, disponiendo asimismo de mayores recursos para manejarse dentro del análisis de policromías.

La técnica pictórica del brocado aplicado

Contextualización y proceso de construcción

El brocado aplicado es una técnica muy laboriosa de decoración policroma que imita los brocados de terciopelo y seda hechos con hilos de oro y plata que dominan el mundo de la moda en los siglos XV y XVI. Los motivos en relieve se reproducen mecánicamente fuera del objeto y una vez recortados se aplican sobre éste pudiendo estar en ocasiones dorados y pintados.

De acuerdo a las últimas investigaciones, el brocado aplicado apareció simultáneamente en cuatro obras datadas entre 1415 y 1430 localizadas tres de ellas en Alemania y una en Inglaterra. Desde estos dos focos se propagó hacia otras zonas de la geografía europea. Su difusión hizo que se convirtiera en una técnica decorativa muy popular desde mediados del siglo XV hasta mediados del XVI.

En lo que respecta a España, la técnica se introdujo en el ecuador del siglo XV a través de la importación de numerosos trípticos de estilo gótico ejecutados en lo que hoy es Bélgica. A partir del cambio de centuria fueron los propios artistas extranjeros de Europa del Norte los que afincados en tierras españolas la pusieron en práctica. Paulatinamente y de forma paralela, los pintores autóctonos fueron asimilando e interpretando de acuerdo a su estilo pictórico este tipo de decoración que fueron incorporando en sus propias obras.

El brocado aplicado se empleó en la decoración de retablos, relieves y esculturas de madera, en pintura sobre tabla, en esculturas de piedra, en pintura sobre tela, en pintura mural y en artesonados de madera.

A pesar del extenso proceso de construcción de la técnica ésta se puede resumir en las siguientes ocho fases [3].

La primera fase es la creación de la matriz donde se graba el motivo de brocado. A pesar de que no se han encontrado matrices originales, los estudios al respecto apuntan que los materiales más probables eran maderas duras, metales (como el plomo) y piedra. El empleo de una matriz rígida tiene la ventaja de reproducir el motivo tantas veces como se desee.

En la segunda fase una o varias láminas de estaño se colocan sobre la matriz. A continuación, en el tercer paso, el estaño se cubre con un material amortiguador como puede ser estopa sobre el que se ejerce presión golpeando con un mazo de goma o similar. Así se logra imprimir el motivo de la matriz en el estaño.

En la cuarta fase se rellenan los huecos del estaño con un material semi-líquido. Las fuentes documentales citan una amplia variedad de materiales que constituyen las diferentes mezclas de rellenos que se dividen en dos grupos: rellenos lipídicos o grasos y rellenos proteínicos o magros. El material de relleno debe calentarse y posteriormente aplicarse sobre el estaño con una espátula de modo que cubra toda la superficie del estaño rellenando los huecos del grabado.

La quinta fase comienza cuando el relleno está casi seco. Entonces la lámina de estaño se separa de la matriz. Una vez separada, en la siguiente fase, se recorta de acuerdo a cómo va a ser decorada la superficie de la obra. Existen dos tipologías de decoración y de brocados aplicados. La primera es una decoración continua de brocados aplicados donde los bordes de los motivos son rectos resultando en brocados cuadrados o rectangulares con el mismo motivo. Estas formas permiten la unión continuada de brocados iguales creando una decoración uniforme. Esta tipología de decoración y brocado aplicado es conocida como yuxtapuesta. La segunda tipología se la conoce bajo el nombre de aislado o suelto, ya que los motivos de brocado se aplican de forma aleatoria sin cubrir toda la superficie. Los motivos suelen ser diferentes y se recortan siguiendo sus contornos.

En la séptima fase se aplican los brocados a la superficie de la obra. Tanto los brocados yuxtapuestos como los sueltos se han detectado adheridos con adhesivo. Únicamente los brocados sueltos suelen aparecer aplicados sobre corladuras que en

estado mordiente actúan como adhesivos. Raramente se han encontrado brocados yuxtapuestos sin estrato de adhesivo.

La octava y última fase del proceso consiste en la decoración de color de la lámina de estaño. En general, la lámina de estaño se dora con lámina de oro empleando mixtión y después, las zonas planas son pintadas con pinturas opacas o corladuras para resaltar el motivo del brocado. Mientras los brocados aplicados yuxtapuestos suelen dorarse y pintarse una vez que han sido adheridos sobre la obra, los brocados aplicados sueltos son dorados y pintados antes de su aplicación sobre la obra.

En resumen, la estructura característica del brocado aplicado -de abajo a arriba- es la siguiente (fig. 1): (1) preparación, (2) imprimación, (3) adhesivo, (4) masa de relleno, (5) lámina de estaño, (6) mixtión, (7) lámina de oro y (8) pintura opaca y corladura.

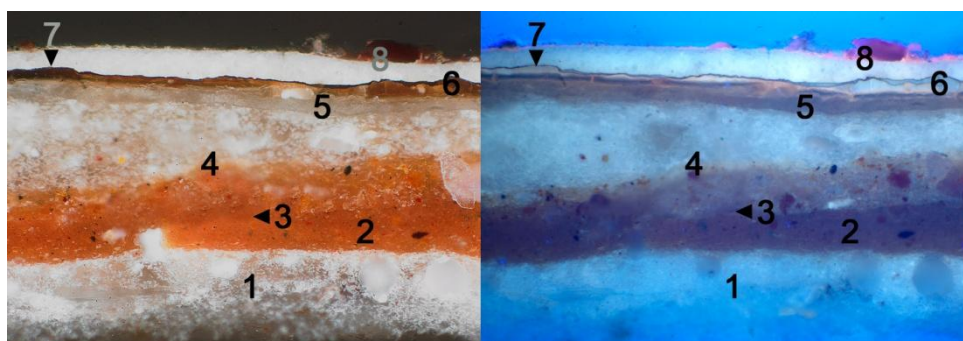


Fig. 1: Estratigrafía de un brocado aplicado yuxtapuesto del retablo de La Santísima Trinidad: (izda.) luz normal; (dcha.) luz UV. Los números se corresponden con los citados en el texto.

Objetivos principales del estudio del brocado aplicado en Guipúzcoa

Dos son los objetivos principales del estudio del brocado aplicado en el territorio de Guipúzcoa.

El primer objetivo es la caracterización y clasificación de las técnicas y los materiales localizados en los brocados aplicados analizados para obtener un análisis completo de la técnica en la región. El interés de este estudio ha venido motivado por varias circunstancias: la dificultad de identificación y en algunos casos la no identificación de los motivos de brocado aplicado debido a su mal estado de conservación y a su ocultación por medio de repintes y repolicromías; la falta de investigaciones concluyentes y rigurosas dentro y fuera de nuestro país; el descubrimiento de más casos de brocado aplicado en el norte de la península ibérica; y la confirmación de que España es uno de los países europeos con mayor número de obras de arte con brocado aplicado.

Todos los casos de brocado aplicado de Guipúzcoa se concentran en seis retablos [4]:

1. El tríptico de la Asunción-Coronación de la Virgen en la Iglesia de La Asunción de Santa María, Rentería (1505-1510);
2. El tríptico de San Antón en la Iglesia de San Pedro, Zumaya (1510-1515);
3. El retablo de La Piedad en la Iglesia de San Miguel, Oñate (1535-1537);
4. El retablo de San Juan Bautista en la Iglesia de San Miguel, Oñate (1530-1555, aprox.);
5. El retablo de La Santísima Trinidad en el Monasterio de Bidaurreta, Oñate (1531-1533);
6. El retablo de San Miguel en la Iglesia de Alzaga, Alzaga (1530-1550, aprox.).

Todos ellos datan de la primera mitad del siglo XVI coincidiendo con la época de máximo esplendor del brocado aplicado.

El segundo objetivo es la creación de un protocolo de actuación específico junto con la selección de las herramientas de estudio que permita extraer la máxima información posible de los brocados aplicados sometidos a análisis. Dentro del trabajo analítico realizado en el laboratorio, se determina el uso de muestras pictóricas preparadas en estratigrafía y el empleo de técnicas analíticas no-destructivas y muy poco invasivas con el fin de lograr el mínimo deterioro de la obra pudiendo reutilizar las estratigrafías obteniendo la máxima información de las mismas.

El protocolo específico de actuación y las herramientas de estudio para la caracterización de los brocados aplicados

Se ha demostrado que el protocolo de actuación ha sido la herramienta principal para lograr un estudio completo y riguroso de la técnica pictórica del brocado aplicado en los retablos de Guipúzcoa. El objetivo principal del protocolo es partir del análisis general de los retablos y concluir con una clasificación de las tipologías, técnicas y materiales de todas las variedades de brocado aplicado encontradas.

Estudio in situ

El protocolo empieza con el estudio in situ llevado a cabo en los emplazamientos de los retablos; las iglesias.

En el análisis general de cada retablo se completa la ficha de retablo y la ficha de localización de brocados aplicados [5]. La ficha de retablo está dividida en cinco apartados: identificación, análisis histórico-artístico, análisis técnico-material, estudio del estado de conservación y bibliografía específica. La ficha de localización de brocados aplicados consiste en la clasificación de todos los diferentes tipos de brocado aplicado hallados en el retablo. Esta clasificación es necesaria para realizar un muestreo preciso y representativo de todas las variantes temáticas y técnicas. Esta

ficha consta de tres partes: una tabla donde se recogen todas las variedades de brocado aplicado, un gráfico en el se señala la ubicación de cada una de las variedades recogidas y una tabla resumen de dichas variedades.

En el análisis pormenorizado se completa la ficha de brocado aplicado [5] y se realiza la recogida de muestras. La ficha de brocado aplicado está dividida en cuatro apartados: identificación, análisis histórico-artístico, análisis técnico-material y estudio del estado de conservación. Para el muestreo nos guiamos de las fichas de localización de brocados aplicados y de las siguientes dos condiciones: la primera es procurar escoger aquellos brocados aplicados que presentan craquelados y lagunas, para respetar tanto los casos intactos sin pérdida alguna como los muy deteriorados y con escasos fragmentos y la segunda condición es de tipo práctico y radica en seleccionar aquellos casos que son fáciles de acceder para la correcta extracción de las muestras.

La información recopilada durante el estudio in situ se completa con macro y micro fotografías digitales en color y dibujos, todo ello procesado con Adobe Photoshop CS3.

Estudio analítico

A continuación del estudio in situ se prosigue con el estudio analítico en el laboratorio. El protocolo seguido para el análisis de las muestras pictóricas se divide en tres apartados: el análisis de las técnicas de ejecución, el análisis de los materiales y la clasificación tipológica-técnica-material de los brocados aplicados.

Análisis de las técnicas de ejecución

Comenzando por el análisis de las técnicas de ejecución, éste tiene tres fases: en la primera fase se seleccionan las muestras pictóricas tomadas, en la segunda fase se preparan las muestras seleccionadas en estratigrafía y en la tercera fase se estudian y fotografían bajo el microscopio óptico las estratigrafías obtenidas.

Para la selección de las muestras, la primera herramienta de estudio que se utiliza es la lupa binocular SZ-ST Olympus (Japan) que permite observar con más aumentos las muestras de brocado aplicado para seleccionar aquellas que más información pueden ofrecer. Está compuesta por dos oculares GSWH 10x-H/22, un objetivo zoom SZ60 con distancia focal mínima de 1x y máxima de 6.3x y una fuente de luz highlight 2000 Olympus Europe que por medio de dos antenas flexibles ilumina una superficie blanca plana donde, bajo el objetivo, se colocan las muestras.

Una vez seleccionadas las muestras, por medio de las lentes Keyence (Japan) se registran fotográficamente el anverso y el reverso de cada muestra antes de su oclusión en resina. Las imágenes fotográficas resultantes tienen el doble objetivo de, en primer lugar, planear el lugar preciso -que más información ofrece- por donde se ha de realizar el corte estratigráfico (fig. 2) y, en segundo lugar, guiarnos después, durante la fase de lijado y pulido de la oclusión, hasta llegar al punto exacto de corte planeado. La técnica consiste en un aparato en forma de lápiz situado perpendicularmente, con ayuda de un trípode, a la muestra pictórica. Según el tamaño de la muestra se emplea un objetivo con más o menos aumentos que se acopla por rosca al lápiz. Los objetivos disponibles son: VH-50, VH-100, VH-200 y VH-500. Por medio de fibra óptica el lápiz, que está conectado a un aparato Keyence VH-5901 (Japan) que a su vez está conectado a un monitor combo Sony trinitron color video monitor Video 8 (Japan), transmite la imagen que capta al monitor. Para recoger la imagen del monitor en el ordenador se emplea un sintonizador externo de TV/Radio Studio PCTV USB (que conecta el monitor con el ordenador) y el programa de ordenador Studio PCTV USB. Este último nos permite, además de observar la imagen captada por el lápiz, guardar la imagen en formato digital en el ordenador. Tanto el sintonizador como el programa de ordenador son de Pinnacle Systems GmbH 1999.

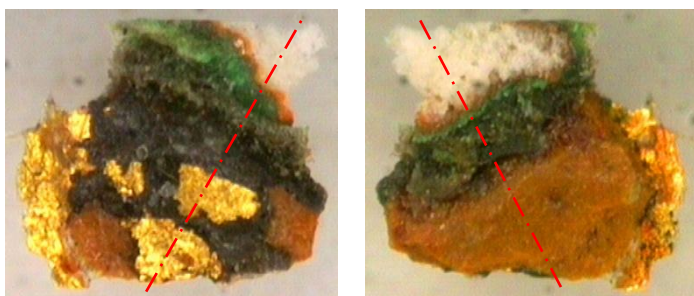


Fig. 2: Fotografías con las lentes Keyence del anverso (izda.) y reverso (dcha.) de una muestra pictórica de un brocado aplicado suelto del tríptico de San Antón. Las líneas de puntos indican las zonas donde se han de realizar los cortes estratigráficos por incluir todos los estratos presentes.

La preparación de las muestras requiere la creación de un molde de silicona que servirá de contenedor de las oclusiones de las muestras pictóricas durante su catalización para posteriormente obtener las estratigrafías. El objetivo es crear un molde de silicona provisto de diez pozos cúbicos dentro de cada uno de los cuales se puede llevar a cabo la oclusión de una muestra pictórica (fig. 3a). Dado que las oclusiones están constituidas por un material rígido, es decir, resina, es necesario que el molde que las contiene durante su endurecimiento esté hecho de un material en cierto grado flexible, como la silicona, ya que no sólo facilita el desmolde de las oclusiones sino también evita destruir o deteriorar el molde pudiéndose reutilizar. Para crear el molde de silicona, se parte de un contra-molde de plástico consistente en una caja de plástico sin tapa de 6x14x7cm. en cuya base interior se adhieren con cinta adhesiva de doble cara diez cubos de metacrilato de 1x1x1cm. Previa a la preparación

de la mezcla de silicona con que se rellena el contra-molde se pulveriza este último con desmoldeante Silicon-Spray AK de Wacker Silicones carente de disolventes y de cloro-fluoro-carbonatos (CFC). Para obtener la mezcla con la que se crea el molde se utiliza Silicona Elastosil M4514 de Wacker Silicones que una vez removida se vierte en un recipiente de plástico. La cantidad vertida se pesa en gramos y se le añade el 3,5% del Endurecedor T51. Tras mezclar bien los dos componentes se rellena el contra-molde. Con el fin de eliminar posibles bolsas de aire de la mezcla vertida se introduce el contra-molde ya relleno en una cámara de vacío durante cinco minutos aproximadamente. Al final del proceso de vacío y ya fuera de la cámara, se pinchan con una aguja las últimas burbujas de aire que pueden quedar en el molde para a continuación dejar catalizar la silicona en una superficie horizontal durante un mínimo de 24 horas y un máximo de 72 horas, dependiendo de la temperatura ambiente. Catalizada la silicona se desmolda del contra-molde y se obtiene el molde de silicona de 2x14x7cm.

El siguiente paso en la preparación de las estratigrafías es la elaboración de las oclusiones pictóricas de resina poliéster cuya función es ocluir las muestras pictóricas para después obtener las estratigrafías que utilizaremos como única fuente de información para obtener el máximo conocimiento sobre las variantes técnicas y materiales de los brocados aplicados [6]. Las oclusiones se componen de una resina poliéster Poly-pol PS230 y un catalizador/endurecedor Peróxido de Metil-Etil-Cetona (Methyl-Ethyl-Ketone: MEK) al 33% en Dimetilftalato.

El primer paso en la obtención de oclusiones es rellenar hasta la mitad aproximadamente los diez pozos que componen el molde de silicona antes elaborado. Para ello se emplean 10ml. de resina poliéster y 5 gotas de catalizador. El tiempo de endurecimiento oscila entre las 24 horas y las 48 horas. El segundo paso consiste en introducir en los pozos y sobre la resina catalizada las muestras y sus etiquetas identificativas con el código de la muestra y la fecha de la oclusión (fig. 3b, 3c). La colocación de las muestras es muy delicada dado que, por un lado, cada muestra tiene que descansar o apoyar su cara (anverso o reverso) más lisa o regular sobre el plano de la resina para evitar movimientos ocasionados por falta de estabilidad. Por otro lado, y una vez de haber estabilizado la muestra sobre una de sus caras, se ha de buscar la mejor disposición de la muestra para que nos permita y facilite realizar el corte estratigráfico planeado. Con el fin de desarrollar con éxito todas estas actividades podemos servirnos de la lupa binocular. El tercer y último paso es la repetición del primer paso descrito, ya que en esta fase final se tienen que rellenar por

completo, es decir, la mitad superior, los pozos, utilizándose de nuevo la mezcla a base de 10ml. de resina poliéster y 5 gotas de catalizador. De nuevo, se espera un promedio de 24 a 48 horas para la catalización, al final de la que se dan por finalizadas las oclusiones y se puede proceder a su corte estratigráfico. Es preciso mencionar que esta parte del proceso es más complicada que la llevada a cabo al principio, puesto que el vertido de la mezcla de resina y catalizador ha de ser más lenta para evitar posibles desplazamientos de las etiquetas y las muestras. Esto explica que al término del relleno de los diez pozos y con ayuda de una aguja y de la lupa binocular, se recoloquen aquellas etiquetas y/o muestras que hayan modificado sus lugares originales de ubicación y se eliminen burbujas de aire que puedan interferir a lo largo del proceso de catalización en la estabilidad de las etiquetas y sus correspondientes muestras. Por consiguiente, es recomendable controlar la cantidad de catalizador introducida en la mezcla, dado que si es excesiva nos dará un espacio de tiempo muy corto para manipular las etiquetas, las muestras y las bolsas de aire una vez vertida la resina y si es baja la cantidad, la catalización será muy lenta implicando un mayor tiempo de espera superando las 24/48 horas de término medio.

Como último apunte hay que mencionar que debido a la toxicidad de la resina y el catalizador su manipulación se ha de realizar en una vitrina para aspiración de gases con la protección oportuna: guantes de látex, gafas protectoras y máscara de carbono. Los dos tipos de vitrina de sobremesa empleadas son la vitrina modelo OR-S 900 y la vitrina Kewaunee Scientific Corporation.

El último paso en la preparación de las estratigrafías es el lijado y pulido de las oclusiones de resina (fig. 3d) [6]. Para ello se utiliza una lijadora-pulidora giratoria BUEHLER-Metaserv (Inglaterra) consistente en una base circular metálica sobre la que se dispone el papel de lija o pulido y una fuente de agua en forma de brazo flexible orientable a distintos puntos de la base. La base circular en estado de encendido gira a diferentes revoluciones para acelerar el proceso de lijado o pulido.

En primer lugar, se lijan las oclusiones hasta obtener los cortes estratigráficos planeados. El lijado se realiza al agua. En un principio y para lograr un mayor lijado se emplea papel de lijado metalográfico de mayor grano (600 y 1200). Cuando ya se ha llegado a la muestra de pintura, para controlar mejor el lijado y que éste no sea tan abrasivo, se utilizan lijas al agua de carburo de silicón (SiC) de grano más fino (2400 y 4000). En esta última fase es fundamental la continuada observación de la muestra en el microscopio óptico, porque nos guía con precisión hasta alcanzar el punto exacto

de corte previamente planeado en las imágenes fotográficas obtenidas con las lentes Keyence. En segundo lugar, se pulen las oclusiones con el fin de eliminar el rayado producido durante el proceso de lijado y conseguir una imagen más nítida que facilite el estudio de las estratigrafías. Para el pulido se utiliza un disco de fibra suave (DP-nap) y un material abrasivo a base de alúmina. Este último resulta de mezclar alúmina en polvo de 1 micra (μm) y agua destilada; las cantidades son aleatorias según se desee una mezcla más o menos líquida. En esta última fase de pulido no se usa la fuente de agua, tan sólo para la eliminación del remanente de alúmina del disco de fibra cuando éste se deja de usar, lo que evita que la mezcla de alúmina seque y estropee la fibra del disco.

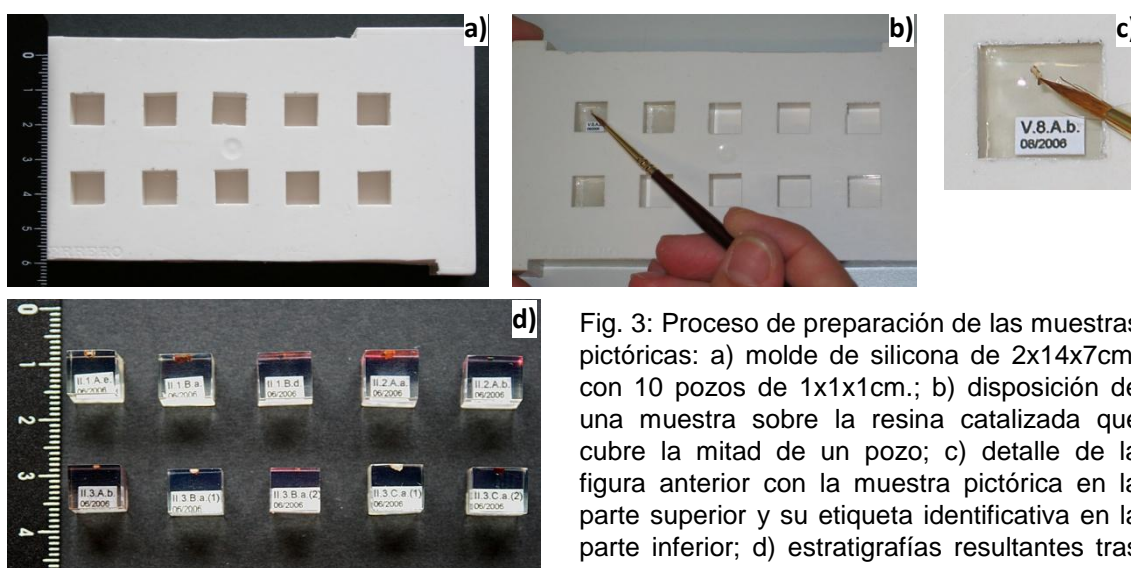


Fig. 3: Proceso de preparación de las muestras pictóricas: a) molde de silicona de 2x14x7cm. con 10 pozos de 1x1x1cm.; b) disposición de una muestra sobre la resina catalizada que cubre la mitad de un pozo; c) detalle de la figura anterior con la muestra pictórica en la parte superior y su etiqueta identificativa en la parte inferior; d) estratigrafías resultantes tras las fases de lijado y pulido.

La última etapa del análisis de las técnicas de ejecución es el estudio y fotografiado de las estratigrafías donde exclusivamente se emplea el microscopio óptico. Éste permite conocer el orden de aplicación de los estratos en cada muestra, ayuda a identificar algunos materiales pictóricos y facilita la observación de la reacción de los reactivos que más adelante se utilizarán⁷¹. El microscopio Zeiss Axioskop 2 MAT utiliza luz reflejada en campo oscuro (procedente de una lámpara halógena Xenophot) para observar las estratigrafías en luz normal y con sus colores reales y luz ultravioleta (UV) reflejada (procedente de una lámpara de mercurio de arco corto HBO) empleando habitualmente el filtro UV DAPI 340-380 nanómetros (nm) que nos permite ver las estratigrafías bajo luz UV. Dispone de cinco objetivos para observar las estratigrafías a aumentos diferentes: 5x, 10x, 20x, 50x y 100x. La parte superior del microscopio está provista de un adaptador sobre el que se coloca una trasera de cámara digital A Phase One H25. Con las conexiones adecuadas y el programa informático Capture One DB

⁷¹ Otra función del microscopio óptico es medir en micras el grosor de los estratos a través de una regleta micrométrica ocular.

versión 3.7.7., la cámara transmite las imágenes observadas en el microscopio óptico al ordenador, donde se ven, se seleccionan, se fotografían y se guardan las imágenes más interesantes. Posteriormente, estas imágenes se abren y retocan con el programa Adobe Photoshop versión CS (8.0) de 2003.

Análisis de los materiales

La segunda parte del estudio analítico se centra en el análisis de los materiales que también presenta tres fases: la primera fase es la identificación de los materiales inorgánicos, la segunda fase es la identificación de los materiales orgánicos y la tercera fase consiste en una identificación más precisa de algunos materiales inorgánicos y orgánicos.

Para la identificación de los materiales inorgánicos nos servimos de un microscopio electrónico de barrido (MEB) JEOL JSM-6460LV equipado con un espectrómetro de energía dispersiva de rayos-X (EDX) Oxford Instruments INCAx-sight. El MEB sirve para la caracterización morfológica de los estratos y las partículas de pintura (forma, tamaño, aspecto y textura). El EDX analiza la composición química elemental de áreas o zonas puntuales de materiales para su posterior identificación. Las estratigrafías se introducen en la cámara del MEB y se analizan por medio de un haz de electrones en modo de bajo vacío con una presión en la cámara de 35 pascales⁷². Para un análisis más preciso de ciertas partículas pictóricas algunas estratigrafías se analizan en modo de alto vacío con una presión en la cámara predeterminada por el MEB. Las condiciones del MEB son siempre: 20Kv, haz de electrones optimizado para el análisis por EDX y distancia de trabajo de 10mm. El MEB está acoplado al EDX y ambos se operan por medio del programa informático INCA que permite guardar las imágenes de alta resolución generadas por el MEB y los espectros obtenidos con el EDX.

Como hemos mencionado, para obtener unos resultados más precisos de ciertos materiales algunas estratigrafías se analizan en modo de alto vacío. Esto supone una mayor descarga de electrones sobre el área a analizar. Por lo tanto, para que la estratigrafía no se cargue negativamente de electrones (carga estática negativa) -pues esto interferiría en el análisis en el microscopio electrónico- es necesario revestir la estratigrafía (en concreto, la cara donde está el corte estratigráfico) con una fina capa de un material conductor como es el carbón. El aparato que cubre las estratigrafías

⁷² La opción de trabajar a bajo vacío, con presión controlada, permite evitar que las muestras se carguen negativamente (al excitarse con un haz de electrones), aunque no lleven un recubrimiento conductor.

con carbón es un recubridor de muestras Denton Vacuum / Desk II consistente en una cámara cilíndrica acristalada y hermética provista de un porta-muestras con cabezal de barras de carbón. El proceso tiene lugar al vacío y en pocos segundos. En el supuesto de considerarse demasiado fino el revestimiento es factible la repetición de la operación y aplicar sobre la primera capa de carbón una segunda.

Las imágenes obtenidas en el MEB son en blanco y negro. Por consiguiente, las zonas blancas de las estratigrafías pictóricas corresponden a los elementos de más peso, es decir, las láminas metálicas (plata, estaño y oro) y las zonas más oscuras corresponden a los elementos más ligeros, esto es, los materiales orgánicos (presentes en los restantes estratos) (fig. 4a). En la estratigrafía presentada en la figura 4a se analizan cuatro zonas. En el yeso grueso se estudia una partícula que resulta ser sulfato de calcio (CaSO_4) con un pico de azufre (S) y otro de calcio (Ca) (fig. 4b). Sobre el yeso fino se analiza una zona que el EDX identifica como sulfato de calcio (CaSO_4), mostrándose un pico de azufre (S) y otro de pico de calcio (Ca). Sobre la lámina de estaño (Sn) se realiza un análisis puntual cuyo espectro revela presencia de estaño (Sn) como elemento principal (fig. 4c). Otro análisis puntual se realiza sobre la lámina de oro (Au) cuyo espectro muestra principalmente presencia de oro (Au).

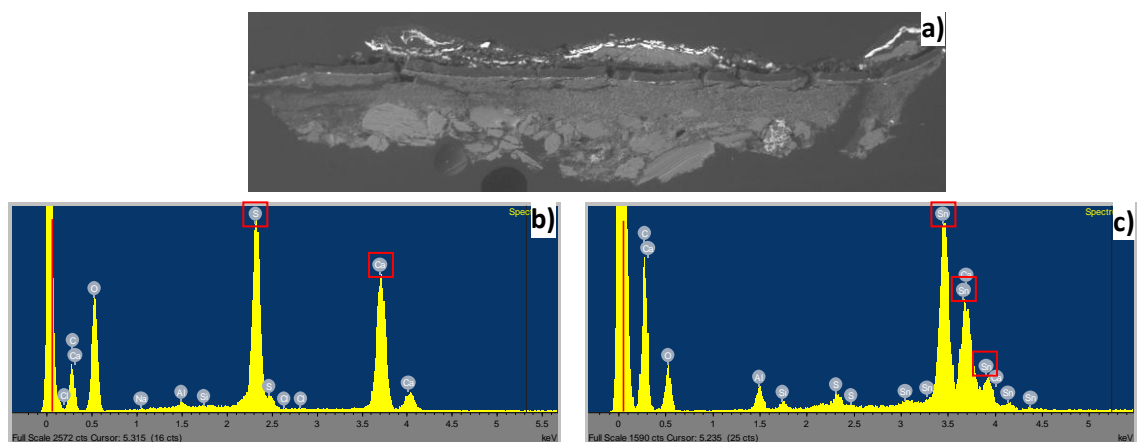


Fig. 4: Estratigrafía III.14.C.a. de un brocado aplicado suelto del retablo de La Piedad: a) imagen en el MEB; b) espectro EDX de una partícula ubicada en el yeso grueso identificada como sulfato de calcio (CaSO_4); c) espectro EDX de la lámina de estaño que revela los picos característicos del estaño (Sn).

La técnica del MEB/EDX permite la realización de mapeos elementales donde por cada elemento químico se obtiene un mapa de la muestra analizada donde se destacan aquellas zonas con presencia de dicho elemento químico. Tomando como ejemplo la muestra V.6.B.d., podemos conocer la composición química elemental de cada uno de sus estratos a través del mapeo (fig. 5). Así, por ejemplo, el yeso grueso consiste en sulfato (S) de calcio (Ca). Dentro de este mismo estrato se detecta una partícula de carbonato de calcio (Ca) y una partícula de silicato (Si) de magnesio (Mg).

El estrato de color naranja que está ubicado entre el yeso grueso y el yeso fino es una mezcla de tierras (Si, Al) rojas ricas en óxido de hierro (Fe). El yeso fino es sulfato (S) de calcio (Ca) y aquí también se ha identificado una partícula de carbonato de calcio (Ca). La imprimación de color naranja muestra tierras (Si, Al) rojas ricas en óxido de hierro (Fe). El siguiente estrato, la masa de relleno color naranja/ocre, presenta la misma composición elemental que el estrato naranja de la preparación y que la imprimación, es decir, tierras (Si, Al) rojas ricas en óxido de hierro (Fe). Aquí, además, se identifican cuatro partículas de rojo de óxido de hierro (Fe). La lámina de estaño revela principalmente estaño (Sn). El mixtión entre las dos láminas metálicas de estaño y oro, al tratarse de un material orgánico muestra sólo carbono (C). Dado que el EDX no analiza los materiales orgánicos no se obtiene ningún mapa de este estrato. Por último, la lámina de oro revela oro (Au) como su elemento principal de composición.

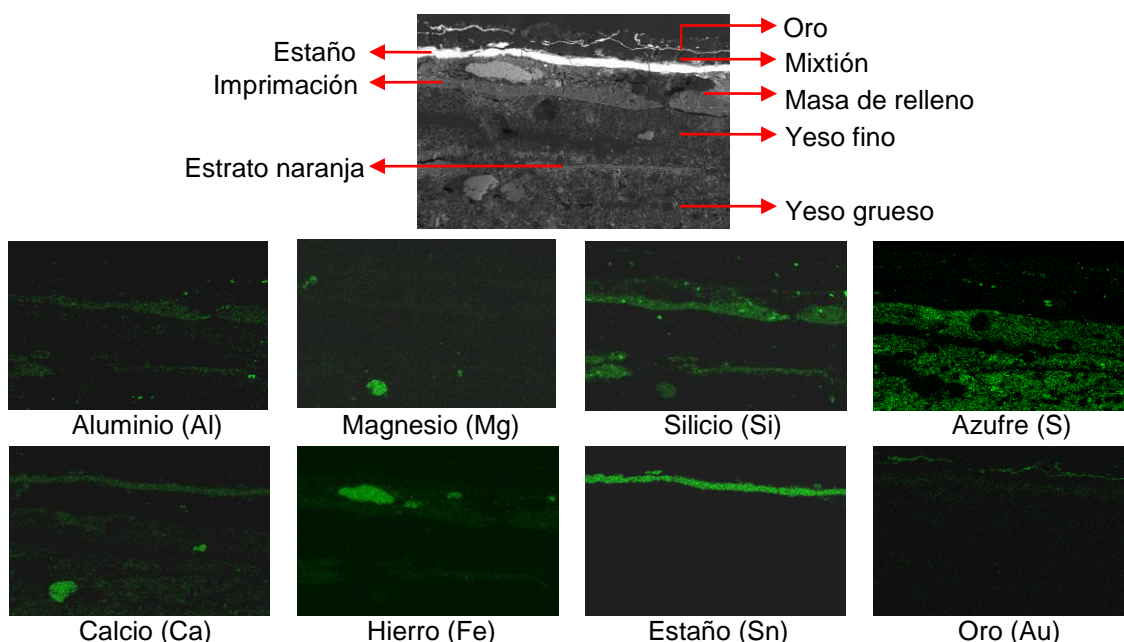


Fig. 5: Mapeo elemental de la estratigrafía V.6.B.d. de un brocado aplicado yuxtapuesto del retablo de La Santísima Trinidad: en la parte superior imagen en el MEB del área de la estratigrafía sometida al mapeo elemental con indicación de los estratos; en la parte inferior mapeos elementales de Al, Mg, Si, S, Ca, Fe, Sn y Au.

La identificación y localización de los materiales orgánicos la realizamos por medio del microanálisis histoquímico con dos reactivos: el reactivo Negro de Amido 2 (NA2) que sirve para detectar los materiales de naturaleza proteínica [7] y el reactivo Rodamina B (ROB) que sirve para identificar los materiales de naturaleza lipídica [8]. El modo de proceder en las tinciones comienza con la aplicación en la estratigrafía de una gota del reactivo NA2 durante 15 a 25 minutos. Después se elimina el reactivo y se neutraliza su acción limpiando la zona con ácido acético (usamos ácido acético glacial 99.99+%) al 1% en agua destilada. Tras esto se estudia y fotografía la reacción del reactivo en el

microscopio óptico en luz normal. A continuación se repule la estratigrafía en la lijadora-pulidora para eliminar el fino estrato de la muestra teñido con el reactivo NA2. Dentro de la vitrina para aspiración de gases se aplica una gota del reactivo ROB sobre la muestra durante un tiempo que puede oscilar entre los 5 y los 30 segundos. Luego se elimina el reactivo y se aclara la estratigrafía con alcohol mineral Shell-solvent 340HT. Finalmente se estudia y fotografía la reacción del reactivo en el microscopio óptico con luz normal y luz UV con el filtro UV DAPI 340-380nm.

Con el propósito de saber cómo funciona cada reactivo, incluimos información sobre la preparación, propiedades y tipos de tinciones que tienen lugar. En primer lugar, el reactivo para proteínas NA2 utiliza como colorante el Negro de Amido 10B que es un polvo marrón oscuro. Se prepara mezclando los siguientes materiales en las cantidades indicadas: 2.70225ml. de ácido acético N (usamos ácido acético glacial 99.99+%) en 45ml. de agua destilada; 0.61236gr. de 0.1M acetato de sodio en 45ml. de agua destilada; 10ml. de glicerina (empleamos glicerol 99+%, que es lo mismo que glicerina) y 0.1gr. de Negro de Amido 10B. Se producen 100ml. del reactivo NA2 que se dejan reposar durante 24 horas antes de proceder a su uso. El reactivo obtenido y aplicado sobre la estratigrafía tiñe por medio de reacción química en contacto con proteínas ofreciendo bajo luz normal en el microscopio óptico una amplia gama de azules que van desde el azul claro hasta el azul oscuro casi negro.

Por ejemplo, en la figura 6 se observa una tinción azul clara en el yeso grueso y el yeso fino lo que indica que el sulfato de calcio (identificado en el MEB/EDX) está aglutinado muy posiblemente en una cola proteínica. Zonas de un azul más intenso se aprecian en finas líneas horizontales lo que se traduce en una mayor concentración de cola proteínica coincidiendo con las zonas selladas con cola. Esto nos permite identificar el número de capas en el yeso grueso, cuatro y en el yeso fino, tres.

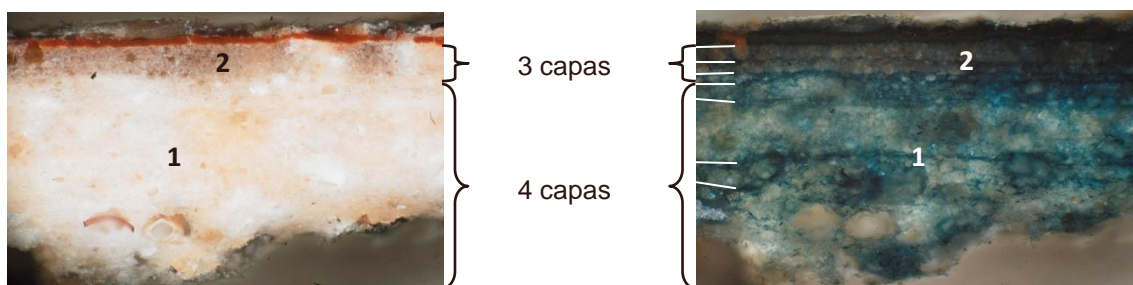


Fig. 6: Microanálisis histoquímico con el reactivo NA2 del yeso grueso (1) y del yeso fino (2) de la estratigrafía IV.1.A.a.(2) de un brocado aplicado del retablo de San Juan Bautista: imagen en el microscopio óptico en luz normal (izda.) e imagen en el microscopio óptico en luz normal después de teñir con el reactivo para proteínas NA2 (dcha.). En total, el yeso grueso está construido con cuatro capas y el yeso fino con tres capas.

En segundo lugar, el segundo reactivo empleado, el reactivo para lípidos ROB, es un colorante en polvo de color rosa brillante. Se obtiene por medio de la combinación de los siguientes materiales en las proporciones señaladas: 25ml. de etanol; 25ml. de xileno y 0.03gr. de ROB. Se obtienen 50ml. del reactivo ROB que no requieren de tiempo de reposo para ser utilizados. Este reactivo, una vez aplicado sobre la muestra estratigráfica y al entrar en contacto con los posibles materiales lipídicos contenidos en los estratos pictóricos se disuelve en ellos tiñéndolos. En el microscopio óptico en luz normal el color de la tinción es rojo brillante. Sin embargo, dado que se trata de un reactivo fluorescente, bajo luz UV las tinciones son más perceptibles revelando un color naranja-rojo brillante.

Muestra de esta tinción la podemos observar en la figura 7 donde bajo luz UV se detecta, por un lado, la preparación compuesta de tres capas de creta (caracterizada con el MEB/EDX) con una ligera tinción naranja-rojo brillante indicativo de la presencia de un material lipídico (posiblemente aceite) y, por otro lado, una tinción naranja-rojo brillante sobre la capa superior de la preparación que implica que ésta está posiblemente sellada con un estrato de aceite.

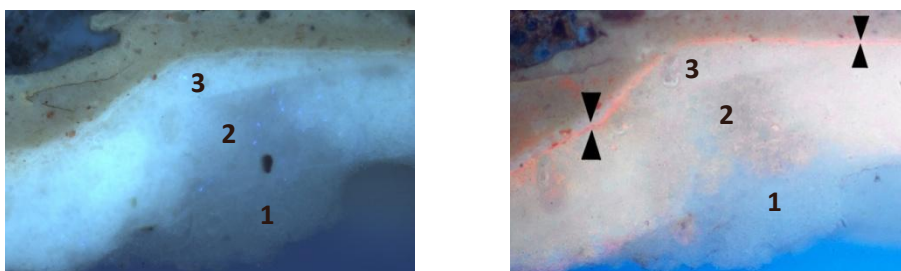


Fig. 7: Microanálisis histoquímico con el reactivo ROB de la preparación de la estratigrafía I.1.A.c. de un brocado aplicado yuxtapuesto del tríptico de la Asunción-Coronación de la Virgen: imagen en el microscopio óptico en luz UV (izda.) e imagen en el microscopio óptico en luz UV después de teñir con el reactivo para lípidos ROB (dcha.). La preparación está formada por tres capas selladas en la parte superior con un estrato posiblemente de aceite (indicado entre flechas).

La tercera y última fase del análisis de los materiales supone una identificación más precisa de ciertos materiales inorgánicos y orgánicos por medio del análisis de su composición química. Ésta se lleva a cabo con el espectrómetro-microscopio Raman Senterra de Bruker Optics [9]. La técnica combina en un sólo dispositivo un espectrómetro Raman dispersivo y un microscopio confocal, donde se sitúa la estratigrafía, provisto con un recinto de cerramiento de seguridad láser Class 1. Se emplea el objetivo de 20 aumentos para seleccionar la zona a analizar y, una vez seleccionada, se cambia al objetivo de 50 aumentos, ya que proporciona un área de análisis más reducido - aproximadamente abarca una superficie de 2 μ m- que es necesario para obtener resultados satisfactorios. El análisis de la zona se realiza

haciendo incidir sobre la misma un láser de Neón con dos líneas de excitación láser distintas y dos potencias diferentes. Las dos líneas de excitación láser resultan en dos longitudes de onda distintas: 785nm y 532nm, ésta última escasamente utilizada. El rango de longitud de onda es de 65-1555 cm^{-1} y resolución de 3-5 cm^{-1} . Las dos potencias del láser son 10mW para la mayoría de las muestras y de 2mW para casos puntuales. El tiempo de análisis, es decir, de incidencia del láser sobre el área puntual de la estratigrafía oscila entre los 5 y los 300 segundos. Aplicado el láser sobre la muestra, ésta emite una luz dispersada dentro de la que las frecuencias Raman son las que proporcionan la información sobre la composición molecular de ese área analizada. A través de un CCD (Charge Coupled Device/Dispositivo de Carga Acoplada) se detecta la luz Raman dispersa y se captura el espectro dispersado completo que es digitalizado y transferido al ordenador a través del programa informático Opus 5.5. Los espectros Raman obtenidos son retocados con el programa informático Origin que permite la comparación de los espectros con referencias de patrones Raman para su identificación material.

La capacidad de identificación de materiales tanto orgánicos como inorgánicos del Raman la observamos en la figura 8. Se analiza una zona de la masa de relleno cuyo espectro Raman revela en la primera parte una serie de picos coincidentes con los del patrón del rojo de plomo (partículas color naranja) y en la segunda parte del espectro se observan los picos característicos de la cera de abejas⁷³ (masa de color pardo).

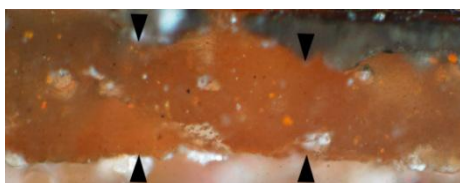
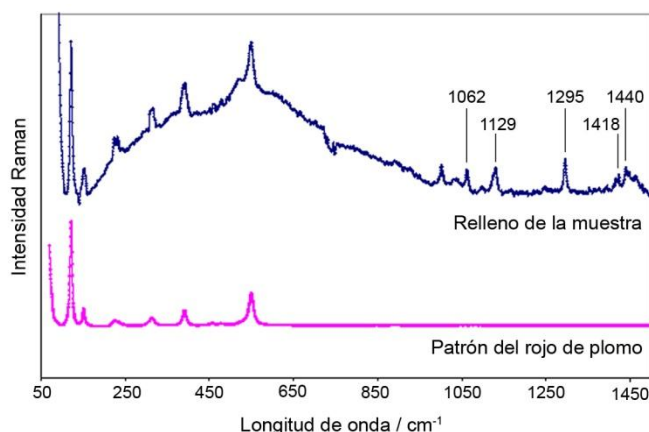


Fig. 8: Análisis Raman del relleno de la estratigrafía III.9.G.b. de un brocado aplicado suelto del retablo de La Piedad: imagen en el microscopio óptico en luz normal donde el relleno se indica entre flechas (izda.) y espectro Raman del relleno (dcha.).



El espectrómetro-microscopio Raman también permite la realización de mapeos de estratigrafías. Teniendo en cuenta que cada material pictórico tiene su longitud de onda o frecuencia característica se puede obtener el mapa de esa longitud de onda

⁷³ El patrón de la cera de abejas (con picos característicos en 1062, 1129, 1295, 1418, 1440, 2849 y 2881 cm^{-1}) se extrajo de la referencia bibliográfica BURGIO, Lucía, CLARK, Robin J. H.: "Library of FT-Raman spectra of pigments, minerals, pigment media and varnishes, and supplement to existing library of Raman spectra of pigments with visible excitation", *Spectrochim. Acta.* 57 Parte A (2001) pp. 1491-1521.

específica en el que las zonas azul oscuro indican la no presencia de esa longitud de onda y, por lo tanto, de ese material pictórico y las zonas de color rosa indican las zonas con mayor presencia de esa longitud de onda y, por consiguiente, de ese material concreto. Esta aplicación del Raman se ha utilizado en la identificación de los dos tipos de sulfato de calcio empleados en el yeso grueso y el yeso fino de las preparaciones de los brocados aplicados (fig. 9). Por un lado, el mapeo correspondiente a la longitud de onda 1017cm^{-1} propia de la anhidrita (sulfato de calcio no hidratado: CaSO_4) se detecta, por medio de las áreas destacadas en color rosa, en el yeso grueso (fig. 9b). Por otro lado, el mapeo de la longitud de onda 1007cm^{-1} correspondiente al yeso (sulfato de calcio dos veces hidratado: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se localiza, de acuerdo a las zonas en color rosa, en el yeso fino (fig. 9c).

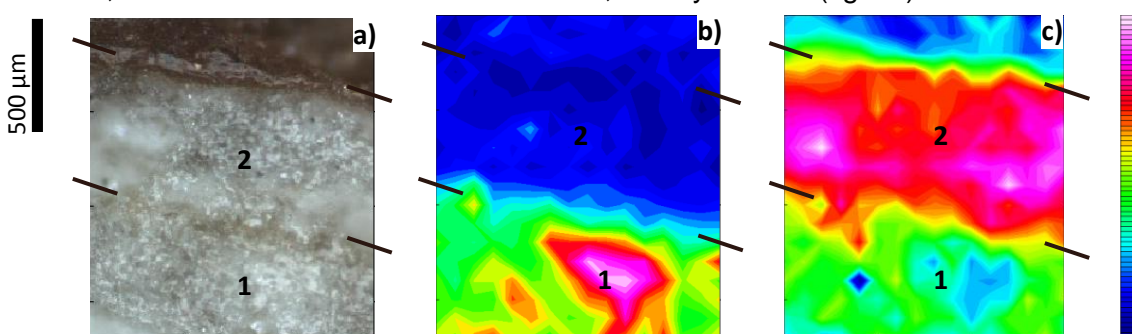


Fig. 9: Mapeo Raman del yeso grueso (1) y yeso fino (2) de la estratigrafía V.6.B.a. de un brocado aplicado yuxtapuesto del retablo de La Santísima Trinidad: a) imagen en el microscopio Raman; b) mapeo de la longitud de onda de la anhidrita (1017cm^{-1}) detectada en el yeso grueso; c) mapeo de la longitud de onda del yeso (1007cm^{-1}) hallado en el yeso fino.

Clasificación tipológica, técnica y material de los brocados aplicados

Tras conocer las técnicas de ejecución y los materiales de los brocados aplicados analizados, el siguiente paso es proceder a su clasificación tipológica, técnica y material. Para ello, todos los resultados analíticos obtenidos en cada retablo se clasifican agrupados en los estratos característicos del brocado aplicado: preparación, imprimación, adhesivo, masa de relleno, lámina de estaño, mixtión, lámina de oro y pintura opaca y corladura.

Los resultados de cada estrato se organizan en una tabla [5] compuesta por ocho columnas donde se especifican: 1. las variedades del estrato; 2. los códigos de las muestras; 3. el número de cada capa que compone ese estrato; 4. el espesor de cada capa (en μm); 5. una breve descripción de cada capa; 6. la identificación química elemental de cada capa con el MEB/EDX donde los elementos con mayor presencia se señalan en negrita, los de presencia notable en cursiva y subrayado, los de menor presencia en letra normal y los estratos no analizados con las siglas N/A; 7. los materiales orgánicos (los aglutinantes) detectados con el reactivo para proteínas NA2

y con el reactivo para lípidos ROB donde la tinción y, por tanto, la presencia del material se indica con signo positivo -cuanta más intensa la tinción más signos positivos- y la no tinción o presencia de material se señala con un signo negativo; 8. la interpretación de los resultados obtenidos en cada capa donde los estratos y partículas analizados con Raman se indican con una R minúscula.

Conclusiones

La creación de una metodología específica combinada con el uso de técnicas analíticas no-destructivas y muy poco invasivas unido al empleo exclusivo de estratigrafías ha conducido a un extenso y riguroso conocimiento de los brocados aplicados de Guipúzcoa con un mínimo de muestras y deterioro de las obras. Una importante característica de este protocolo y las técnicas de análisis empleadas es su potencial aplicación al estudio de otras técnicas pictóricas lo que ampliará nuestro conocimiento técnico, material e histórico de una gran variedad de técnicas pictóricas.

Testimonio de la efectividad del protocolo creado es el corpus de información único y original obtenido. Hemos detectado en casi todos los estratos de los brocados aplicados aspectos técnicos y materiales no documentados y, por otro lado, materiales pictóricos característicos de la primera mitad del siglo XVI, época en la que se construyen los seis retablos estudiados. Estos materiales son: sulfato de calcio (yeso y anhidrita), carbonato de calcio (calcita), blanco de plomo, cuarzo, tierras, bermellón, rojo de plomo, colorante orgánico rojo y naranja, azurita, verde de cobre, negro de carbón, láminas metálicas de oro, plata y estaño y aglutinantes óleo-proteínicos, lipídicos (por ejemplo, la cera de abejas) y proteínicos.

Cabe destacar la verificación de la existencia de motivos de brocado aplicado en el retablo de San Juan Bautista. Otro notable hallazgo ha sido la caracterización de aspectos técnicos y materiales exclusivos de los brocados aplicados del tríptico de Rentería que apoyan su procedencia flamenca. Estos aspectos son: el soporte de roble, la preparación de creta aglutinada en cola y sellada con aceite, la imprimación de blanco de plomo aglutinado en aceite, la carencia de adhesivo para la fijación de los brocados y el espesor y conservación de la lámina de estaño.

Agradecimientos

La autora quisiera agradecer a Narayan Khandekar, Straus Center for Conservation and Technical Studies-Harvard Art Museum, Richard Newman, Museum of Fine Arts, Boston, Servicio de Restauración de la Diputación Foral de Araba, Museo de Ciencias

Naturales de Álava y Servicio de Patrimonio Histórico-Artístico, Archivos y Museos de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Este trabajo ha sido financiado a través de una beca pre y postdoctoral del Gobierno Vasco.

Lista de materiales

Silicona Elastosil M4514 de Wacker Silicones y endurecedor T51

Comercial Química Oca SL

Pl de Bayas, C/ Montañana 89, 09200 Miranda de Ebro, Burgos, España

Tel. 947332992

Resina poliéster Poly-Pol PS230 y catalizador Peróxido de MEK

Poly-Service Kunstharz Technieken BV

Hoogeveeneweg 83, 2913 LV Nieuwerkerk a/d IJssel, Netherlands

Tel. (0)180314777 / <http://www.polyservice.nl> / info@polyservice.nl

Papel de lijado metalográfico

Buehler

Saturn Building, 101 Lockhurst Lane, Coventry CV6 5SF, England

Tel. 08007076273 / <http://www.buehler.com> / darrenotoole@buehler.co.uk

Lijas al agua de SiC, disco de fibra suave (DP-nap) y Alpha alumina polishing powder AP-D 1µm deagglomerated

Struers

Izasa SA, Pl. de Europa nº 21-23, L'Hospitalet de Llobregat, 08908 Barcelona, España

Tel. 902203080 / <http://www.struers.com> / dac2@izasa.es

Bibliografía

- 1 RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa: *Análisis y clasificación de los brocados aplicados de los retablos de Guipúzcoa*, Serie Tesis Doctorales, Leioa: Servicio Editorial de la UPV/EHU, 2009.
- 2 RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa, KHANDEKAR, Narayan, EREMIN, Katherine, NEWMAN, Richard: "A protocol of analysis for the classification of painting techniques applied to brocades of the altarpieces of Gipuzkoa", en *ICOM-CC 2008 15th Triennial Conference*, Nueva Delhi: ICOM-CC, NOC-Government of India-Ministry of Culture, NRLC of India, 2008, pp. 619-625.

- 3 RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa: "La técnica pictórica en relieve del brocado aplicado en el Tríptico de la Asunción-Coronación de la Virgen de Rentería", *Bilduma*. 23 (2010) pp. 87-177
- 4 RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa: *El brocado de estaño en relieve aplicado en Guipúzcoa. Tomo 2: La aplicación del protocolo: las fichas de análisis*, Saarbrücken (Alemania): EAE (Editorial Académica Española), 2011.
- 5 RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa: *El brocado de estaño en relieve aplicado en Guipúzcoa. Tomo 1: Las fuentes bibliográficas, el protocolo de actuación y los resultados obtenidos*, Saarbrücken (Alemania): EAE (Editorial Académica Española), 2011.
- 6 KHANDEKAR, Narayan: "Preparation of cross-sections from easel paintings", *Reviews in conservation*. 4 (2003) pp. 52-64.
- 7 MARTIN, Elisabeth: "Some improvements in techniques of analysis of paint media", *Studies in Conservation*. 22 2 (1977) p. 63-67.
- 8 WOLBERS, Richard: "Examining and staining paint cross-sections", en *Cleaning painted surfaces. Aqueous methods*, Londres: Archetype Publications Ltd., 2000. p.177-179.
- 9 RODRÍGUEZ LÓPEZ, Ainhoa, EREMIN, Katherine, KHANDEKAR, Narayan, STENGER, Jens, NEWMAN, Richard, BAZETA GOBANTES, Fernando, ESCOHOTADO IBOR, María Teresa: "Characterization of calcium sulfate grounds and fillings of applied tin-relief brocades by Raman spectroscopy, Fourier transform infrared spectroscopy and scanning electron microscopy", *Journal of Raman Spectroscopy. Special issue: Raman spectroscopy in art and archaeology*. 41 11 (2010) pp. 1227-1234.

Autor

Ainhoa Rodríguez López es Licenciada en Bellas Artes (1998) y Doctora Europea en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la Universidad del País Vasco, UPV/EHU (2009). En la actualidad es Profesora Ayudante Doctor en la Universidad de Sevilla. Ha disfrutado de numerosas becas de investigación destacando la pre y postdoctoral del Gobierno Vasco y la Fulbright. Diversas estancias en instituciones destacadas, entre ellas, el Straus Center for Conservation-Harvard Art Museum, el Museum of Fine Arts, Boston, el ICN, Ámsterdam y el IAPH, Sevilla, así como una veintena de publicaciones, participación en cursos, congresos y proyectos de investigación. Su interés principal es el estudio histórico, técnico y material de técnicas pictóricas. Dirección: Dpto. de Pintura, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Sevilla, C/ Laraña, 3, 41003 Sevilla, España. E-mail: ainhoarodriguez@us.es

NUEVAS TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN EN ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS UBICADAS EN PARAJES NATURALES. BIZKAIA 2001 - 2011

Fernando Bazeta Gobantes

La necesidad de conservar el patrimonio megalítico de Bizkaia precisa de nuevas estrategias capaces de analizar desde un punto de vista multidisciplinar toda su realidad y de intervenir en su dimensión material respetando los preceptos emanados desde documentos y cartas elaborados por organismos internacionales expertos en el área de la Conservación y Restauración. Desde el año 2009 estas estrategias se están aplicando sobre los monumentos megalíticos de Karrantza, con el objetivo de rehabilitarlos, consolidarlos e incluirlos en un itinerario como último paso para su puesta en valor científica e integral.

In order to preserve the megalithic Heritage of Biscay new strategies need to be created. Firstly, they have to be able to analyze the subject in its whole from a multidisciplinary point of view. Secondly, they have to be broad and flexible enough to preserve all the materials involved in this type of immovable item. And thirdly, they must follow the criteria arisen from official documents and letters elaborated by specialized international organisms in Conservation and Restoration. Since the year 2009, these new strategies have been used in the scientific value enhancement of the megalithic monuments of Biscay. As a result, different studies, preservation and restoration procedures and assigned posted routes have been developed.

Anastylosis, Bizkaia, conservación y restauración, Karrantza, nuevas estrategias, monumentos megalíticos, puesta en valor

Anastylosis, Biscay, preservation and restoration, Karrantza, new strategies, megalithic monuments, value enhancement

Introducción

El Patrimonio del País Vasco posee numerosos bienes culturales de carácter arqueológico en situación de riesgo producido por infestaciones vegetales, explotaciones forestales intensivas, roturación de nuevas tierras, expoliaciones antiguas, etc.

El objetivo es elaborar y aplicar un sistema de intervención científica mediante la aplicación de herramientas específicas como la anastylosis categorizada y la adecuación ambiental, que concluya con una consolidación y estabilidad futuras y con la puesta en valor del monumento.

Los criterios primordiales por los que se rigen las intervenciones emanan de las Directrices Prácticas sobre la Aplicación de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial en 2008.

Desde entonces la comunidad internacional mantiene el concepto de *desarrollo sostenible*, potenciando que la protección y la conservación del patrimonio natural y cultural constituyen una contribución notable al desarrollo sostenible.

Estas directrices recomiendan unas pautas de actuación para toda aquella intervención a realizar sobre Bienes Culturales y Naturales y fomentan los conceptos de autenticidad e integridad.

Es muy importante la capacidad de comprender el valor innato o atribuido al patrimonio y depende del grado de credibilidad o de veracidad que se conceda a las fuentes de información sobre este valor. Por lo tanto, conocer y entender estas fuentes de información, en lo que respecta a las características originales y posteriores del patrimonio cultural, y su significado, son los requisitos básicos para evaluar todos los aspectos de la autenticidad.

Nuevas estrategias

Desde nuestra experiencia, hemos constatado que la aplicación efectiva de una nueva metodología requiere un cambio sustancial tanto en las ideas de las que se parte como en los métodos de intervención directos que manipulan el monumento.

Nuevas estrategias, nuevos criterios, nuevos sistemas de intervención

En el caso presente hemos realizado el siguiente desarrollo; hemos adoptado como válidas las más recientes políticas emanadas de congresos internacionales y formuladas por expertos reconocidos. El problema que se presenta a continuación es como hacer realmente factibles esas políticas y convertirlas en criterios que se adopten mejor al objeto de estudio.

Para evitar estas dislocaciones interpretativas, hemos diseñado y adoptado unos criterios basados sobre todo en el contexto natural de los monumentos y en su problemática actual. Estos criterios se fundamentan, por lo tanto, en una adecuación de su entorno natural para su identificación y potenciación perceptiva, es decir en una intervención ambiental y en su consolidación y recuperación utilizando métodos basados en la anastilosis o reconstrucción científica.

Pero el desarrollo lógico y completo de estas propuestas necesita un último paso, el de la intervención directa sobre el objeto, y es aquí, en este punto donde se debe ser consciente de que ninguna filosofía ni criterio puede ser efectivo si no se elaboran una serie de herramientas o tipos de actuación específicos para salvaguardar el patrimonio megalítico. Los tipos de actuación que hemos diseñado abarcan y ordenan de forma cronológica decenas de actuaciones específicas.

El desarrollo de nuestra propuesta es el siguiente:

Nuevas estrategias > nuevos criterios > nuevos sistemas de intervención

El factor autenticidad

Un aspecto fundamental y que se ha redefinido en los últimos años es el de la autenticidad, o integridad, interpretada como uno de los factores primordiales que confieren su relevancia al Bien Cultural. Cualquier tipo de intervención ha de ajustarse obligadamente a su mantenimiento y en este sentido las reflexiones realizadas por expertos defienden la autenticidad de los materiales empleados en la anastilosis.

En algunos casos las intervenciones involucran inevitablemente la merma de algunos valores culturales, pero ésta se puede justificar para preservar la integridad esencial de los bienes culturales para generaciones venideras.

La autenticidad fomenta y permite que la mayoría del material histórico existente se conserve, asegura la armonía con los diseños originales (color, tono, textura, forma y escala) y evita en gran medida adiciones que puedan dominar sobre la dimensión original respetando su verdadero potencial.

Los nuevos criterios

Las estructuras que quedan a la vista después de una intervención arqueológica, deben ser examinadas desde la perspectiva de diferentes disciplinas para garantizar la conservación de los restos y prevenir el impacto sobre ellas en la nueva situación en la que se encuentran. Estos aspectos resultan imprescindibles si deseamos la pervivencia del monumento y deben obligarnos a reflexionar seriamente sobre qué criterios utilizar para obtener unos objetivos reales y factibles.

La adecuación ambiental

Debemos tener en cuenta que el contexto original en el que construyó el monumento desapareció hace mucho tiempo y por ello los restos que ahora salen a luz se encuentran descontextualizados.

Es preciso, salvar este vacío mediante la elaboración de un nuevo contexto. Por ello hemos elaborado el criterio de adecuación de los parámetros naturales del entorno para una identificación y comprensión adecuada del monumento por el visitante.

El monumento y su entorno natural se entienden como un lugar cultural insertado en un medio vegetal donde se entrecruzan el pasado del monumento como registro histórico y el presente como tiempo para su entendimiento y para la reflexión.

La intervención ambiental sobre el entorno y su categorización como parte integrante del bien cultural deberían ser los primeros pasos a ejecutar para poder descubrir el verdadero estado de conservación. Para ellos es necesaria la recolocación de los

parámetros del entorno en sus niveles adecuados, de tal manera que no descompongan la imagen del objeto y que por el contrario ayuden a redefinirlo.

Por otro lado la revitalización de los elementos ambientales cuando estos sean de claro provecho en relación al objeto que contienen puede representar un dique de protección frente a otros elementos naturales deteriorantes.

En referencia a este criterio podemos citar La Declaración de Xi'an sobre la Conservación del Entorno de las Estructuras, Sitios y Áreas Patrimoniales que dice textualmente: "El entorno de una estructura, un sitio o un área patrimonial se define como el medio característico, ya sea de naturaleza reducida o extensa, que forma parte de - o contribuye a - su significado y carácter distintivo" [1].

El concepto de mínima intervención

El concepto de mínima intervención surgió desde la perspectiva que la seguridad y estabilidad que ofrece el museo a los Bienes Culturales ahí cobijados. En estos centros todos los factores del entorno, humedad, temperatura, afluencia de visitantes, etc. esta controlado. Pero lo que sucede en los lugares en los que no existe este control, donde el factor climático, el desarrollo vegetal y la intervención antrópica son variables e impredecibles es muy diferente. La respuesta es obvia; aquí el criterio de mínima intervención se estrella contra una realidad cambiante y variable.

Durante los últimos años paulatinamente ha evolucionado el criterio de mínima intervención hasta adoptar un significado más amplio que permite ubicar dentro del mismo concepto intervenciones más ajustadas a la realidad del monumento ubicado en parajes naturales.

En algunos casos analizados en Bizkaia hemos observado que una poco cuidadosa gestión en la explotación de los recursos naturales, (explotación maderera y agrícola) ha producido una pérdida total o parcial del monumento. En otros casos la ausencia de planes post-excavación ha supuesto un irreparable menoscabo de algunos monumentos que junto con una deficiente contextualización de las circunstancias del hallazgo, ha concluido con una presentación de una serie de restos poco comprensibles para los no expertos.

Se ha producido en estos dos últimos casos una dislocación entre el momento puntual arqueológico que no responde a ninguna realidad pretérita. Hemos de entender que "una excavación ha de valorarse la mayoría de las veces como una intervención destructiva que deja al descubierto restos inmuebles en un estado de extrema debilidad y que además puede producir cierta confusión si no se intervienen para prepararlos para su nueva existencia" [2].

Los criterios que abogaban por la mínima intervención no han garantizado una conservación razonable ni una consolidación estable en el tiempo sobre Bienes Culturales ubicados en parajes naturales.

El concepto de mínima intervención debería aplicarse en un sentido múltiple, abarcando todas las áreas del conocimiento que se implican con el patrimonio. De hecho, la Carta Internacional para la gestión del Patrimonio Arqueológico (Lausana, 1990) en su artículo 6 afirma que el patrimonio arqueológico no debe estar expuesto a los riesgos y consecuencias de la excavación, ni abandonado después de la misma sin una garantía previa de financiación que asegure su adecuado mantenimiento y conservación [3].

La anastilosis y sus tipologías

Directamente enlazado con el anterior criterio encontramos la anastilosis como una herramienta ampliamente utilizada por la conservación y restauración.

La anastilosis recoge una serie de operaciones que pueden ser definidas como procesos de reconstrucción en mayor o menor grado.

La aceptación actual de anastilosis la define como un tipo de restauración que tiene por objetivo hacer que una estructura muy deteriorada sea virtualmente más comprensible por la reinstalación de su forma primitiva, usando el material original que se encuentre disponible en el sitio.

La anastilosis puede ser considerada como factible si los elementos originales todavía se mantienen en el lugar y si la intervención a realizar no daña la disposición global y los valores del bien histórico.

En ocasiones la restauración por medio del reemplazo de materiales y elementos estructurales deteriorados puede reducir el grado de autenticidad del monumento, pero es aceptable dentro de ciertos límites y vital para la supervivencia de lo que queda de la estructura original. Cuando se ejecuta apropiadamente con materiales y fábrica similares, el resultado debe ser compatible con el carácter básico de la estructura.

Por otra parte, en algunas circunstancias se puede hacer una apropiación de técnicas y materiales modernos que ofrecen substanciales ventajas para una correcta intervención. Caleca y De Vecchi [4] por su parte corroboran las palabras anteriores aduciendo que la anastilosis sólo puede ser permitida en los siguientes casos:

- Cuando esta previa y seguramente documentada.
- Cuando a través de los restos de la estructura se puede extraer una idea muy aproximada y cierta de como, en qué forma y con qué materiales adecuados se puede subsanar la parte perdida.

- Sólo, y sin que se cumplan las reglas anteriores, cuando las partes perdidas sean tan mínimas que se pueda enmendar su falta sin caer en una restauración de fantasía.

El valor diacrónico del monumento

Entendemos el valor diacrónico del monumento por la suma de vicisitudes o aspectos que a lo largo de su evolución, es decir, históricamente se encuentran registrados en él. Por lo tanto cualquier elemento cultural se debe entender como la suma de sus vivencias. El problema para el perfecto entendimiento se nos presenta en el momento de su intervención ya que desde siempre las adiciones se han considerado como añadidos que distraen su verdadera dimensión.

Los nuevos criterios adoptan otro modelo de análisis y frente al valor sincrónico que recomienda la eliminación de los añadidos se presenta el concepto de monumento como resultado físico de procesos evolutivos que han dejado su huella.

En algunos casos, los añadidos localizados, no han aportado factores positivos, más bien todo lo contrario, se han mostrado como agentes que interfieren en la dimensión real del monumento o que lo deterioran al afectar su estado material. En estos casos la necesidad de estabilidad y de una adecuada consolidación del monumento marcan la pauta a seguir, es decir, la eliminación de estos añadidos por dañinos.

El diseño de un plan directriz

Una estrategia realista y posible requiere un sistema de actuación que cumpla lo anteriormente citado. Y en este sentido, nuestra propuesta se establece en base a tres desarrollos, intervención in situ del monumento, inserción de ese monumento en una ruta o itinerario y por último gestión de su difusión.

El plan directriz se diseña desde el principio teniendo en cuenta cuales son las últimas consecuencias de su ejecución. No olvidemos, por ejemplo, que una de las intervenciones, la asignación de usos post-intervención, aún siendo de las últimas en el orden cronológico de su aplicación, es del todo necesario programarla desde los inicios de la intervención e ir ajuntado los procedimientos empleados para lograr su consecución.

Los nuevos sistemas: Procesos específicos de intervención

Se han descrito hasta aquí todos los posibles criterios susceptibles de ser tomados como referencia en la intervención. Este es el momento de articular las operaciones o procesos propios que van a intervenir directamente en la materia dolménica estableciendo su alcance hasta donde "los datos marquen los límites" como apunta Carrasco [5]. Estos

procesos son el resultado de la intención del plan directriz y en sus objetivos se marca su pauta de actuación.

Sistemas específicos de análisis y diagnóstico

Un bien cultural ubicado en un paraje natural necesita unas herramientas de observación y análisis especialmente adecuadas, ya que no solo se estudian todos los aspectos concernientes al monumento sino que además es necesario analizar detenidamente cual es la realidad en la que se encuentra insertado. Aspectos ineludibles de análisis son el estudio de los materiales constitutivos, de su articulación y de sus aspectos morfológicos, la categorización de su entorno en tres áreas de influencia, entorno inmediato, cercano y lejano y la importancia del estado de explotación del terreno por que del estudio de estos registros obtenemos las respuestas que nos explican el estado de conservación actual del monumento.

Tan significativo como estos aspectos es el factor de evaluación previa de uso, es decir, que asignación posterior a la intervención queremos conferir al monumento. La realidad social y la necesidad de conectar estos monumentos con la sociedad nos indica que el uso más adecuado para estos elementos dolménicos se decanta por el lado de la asignación educativa o cultural. Esta asignación de uso marca la selección de las intervenciones y por lo tanto es primordial definirla con exactitud desde el principio.

Todos estos datos nos sirven para elaborar un análisis global interactivo que nos ofrezca una información de las posibles conexiones que un elemento traza sobre otro y de cómo afectan al monumento

Adecuación del elemento vegetal en el entorno

La experiencia realizada en Bizkaia nos ha mostrado que una de las primeras intervenciones que se han de realizar consiste en rehabilitar el monumento actuando sobre su entorno vegetal para poder descubrir sus características, sus dimensiones y su estado de conservación.

Es la primera intervención que se debe realizar sobre el monumento. Su objetivo primordial es despejar el terreno para acceder a toda la información posible. La limpieza del terreno es el inicial y obligado primer paso que se ha de llevar a cabo para lograr una percepción adecuada, de sus condiciones y de su morfología. No se trata de una operación de matarrasa. Tan sólo se elimina aquello que potencialmente pueda ser tenido en la consideración de dañino o degradante. Entra dentro de esta categoría el exceso de vegetación que:

- Oculta la estructura desde el exterior a los ojos y percepción del potencial espectador.

- Camufla y/o mimetiza las dimensiones y presencia de la estructura entre el elemento vegetal circundante.

Aprovechando el aprendizaje adquirido y basándonos en las prácticas realizadas en Selinunte y en Pompeya [6] hemos dividido la intervención sobre el control de la flora en tres fases:

1) Eliminación de especies infestantes. En nuestro caso se propone eliminar toda la vegetación infestante que cubre el monumento y su entorno cercano en un círculo que comenzando desde el exterior de su perímetro se ha extendido entre unos 7 y 10 metros, dependiendo de las características propias del lugar. Y también de acuerdo a la normativa del Gobierno Vasco.

En los casos en los que los cuatro estratos vegetales, arbóreo, arbustivo, herbáceo y muscinal, participaban en la infestación se comienza con la eliminación del arbustivo, para poder acceder a toda la superficie del monumento. Luego se elimina el arbóreo y por último el herbáceo y el muscinal.

El estrato herbáceo se controla cuando la especie de hierba no se ajusta a las condiciones requeridas; por ejemplo cuando su incontrolable crecimiento y su talla alcanzaban una excesiva altura, formando manchones que cubren el monumento.

2) Potenciación de elementos convergentes. Esta fase se especializa en potenciar los elementos vegetales que se consideran como positivos y en controlar el crecimiento de otros de carácter infestante. Un ejemplo de la fase de conversión se ha aplicado en la obtención de setos separadores. En el momento de realizar los desbroces mecánicos y previa planificación se marcan espacios exentos de las tareas de desbroce, como por ejemplo en las zonas en las que el anillo de protección linda con una senda. En esta franja delimitadora se permite que continúe el crecimiento de la vegetación, sobre todo si es arbustiva, durante el tiempo necesario para formar un seto.

También durante esta etapa continúan los desbroces selectivos que inciden especialmente sobre las plantas infestantes que vuelven a renacer.

3) Mantenimiento. Se basa en el control y mantenimiento del elemento vegetal del lugar dentro de unos parámetros adecuados que aseguren tanto su estabilidad como la identificabilidad del monumento. Se ejecutan varias veces al año dependiendo del desarrollo de la vegetación infestante.

Liberación de añadidos

Se entienden estos añadidos como cualquier objeto que con su presencia interfiera de algún modo en la correcta percepción o en la relación con el entorno y que por lo tanto pueda ser considerado como ajeno o simplemente distorsionante. Su actuación sobre ellos parte de la filosofía de Brandi [7].

En todas estas situaciones se ha de valorar en qué medida su presencia afecta al conjunto dolménico. Principalmente se han detectado dos daños:

- Su presencia deteriora la estructura dolménica físicamente.
- Su presencia distorsiona la adecuada percepción.

Las tareas de liberación, por lo tanto se dirigen a cumplir dos objetivos básicos, la eliminación de elementos ajenos y la eliminación de elementos distorsionantes.

Para cada caso concreto ha de buscarse su mejor modo de eliminación, o en el caso de que se presencia sea necesaria en la zona por diversos motivos, la atenuación de su impacto visual en el conjunto.

La anastilosis o reconstrucción científica

Reintegración de elementos originales

La reintegración de los componentes estructurales tiene como objetivo recomponer en medida de lo posible la estructura e imagen de la estructura. Para ello es ineludible que las partes que se restituyan sean con seguridad parte integrante, es decir, que pertenezcan o hayan pertenecido, a la formación lítica de la estructura.

La reintegración analógica se puede aplicar en estos casos de dos formas diferentes, atendiendo al grado de certeza de que se dispone.

El primer tipo es la reubicación. Se recurre a su aplicación cuando se constata el caso siguiente: existen elementos que con toda seguridad son del monumento, pero no hay indicios claros de su ubicación original. En este caso se opta por su reubicación, por ejemplo en lugares donde se deba consolidar la estructura o en lugares más estables. Acumular este material en otras zonas, sin utilizarlo, se considera como un perjuicio, ya que de esta forma no colabora de ninguna forma en la percepción del monumento y se halla más expuesto a extraviarse. Es evidente que este proceso lleva asociado un ineludible trabajo de registro con un completo detalle y una exhaustiva documentación. Desde nuestra experiencia en reconstrucciones analógicas proponemos la adopción de un código global específico para reintegraciones compuestas por múltiples elementos, es decir, un sistema de categorización de la anastilosis. Su criterio se aplica sobre el grado de certeza de la reintegración o ubicación actual que nosotros efectuamos. Varía desde la certeza absoluta del lugar donde estaba un elemento, y

que por lo tanto nosotros volvemos a reubicar en su lugar original, hasta reintegraciones de elementos, que sabemos pertenecen al monumento pero de los que se ha perdido la seguridad sobre su ubicación original. Esta categorización se debe aplicar junto con un sistema de marcación específico para cada categoría:

- Reintegración de ubicación certera; cuando existe total seguridad del lugar que ocupó el elemento lítico. Marcador cilíndrico de PVC de color gris.
- Reintegración de ubicación aproximada, cuando conocemos su ubicación con radio aproximado de un metro. Marcador cilíndrico de PVC de color negro.
- Reintegración de ubicación difusa, en el caso de conocer que el elemento pertenece a una determinada parte del monumento. Marcador cilíndrico de PVC de color ocre.
- Reintegración de ubicación libre, cuando conocemos su pertenencia al monumento pero sin poder averiguar su ubicación original. Marcador cilíndrico de PVC de color rojo.

Estos pivotes cilíndricos, de 1,5 cm. de diámetro, no son visibles cuando se aprecia a cierta distancia todo el monumento y por lo tanto no interfieren en su percepción global, pero a escasa distancia forman una línea que nos informa sobre desde que punto comienza el añadido y qué tipo de certeza tiene la reconstrucción analógica de ese añadido.

De esta forma, el grado de autenticidad e integridad, ambos criterios básicos definidos en El Documento de Nara sobre la Autenticidad (redactado por 45 participantes de la Conferencia de Nara sobre la Autenticidad en Relación con la Convención sobre el Patrimonio Mundial, celebrada en Nara, Japón, del 1 al 6 de noviembre de 1994), quedan suficientemente respetados y aplicados [8].

Por otra parte y atendiendo al artículo 2ºb del Convenio Europeo sobre la protección del Patrimonio Arqueológico de La Valetta que aboga por "la creación de reservas arqueológicas, incluso cuando no haya restos visibles sobre el suelo o bajo el agua, para la protección de pruebas materiales para el estudio de generaciones venideras", [9] opinamos que la correcta aplicación de una anástilosis de consolidación en las estructuras externas protege, preserva y conserva en sus condiciones naturales y establece el núcleo original del monumento.

Integración de elementos consolidantes

La anástilosis con elementos nuevos es un procedimiento adecuado para consolidar y estabilizar deterioros internos en el monumento. En estos casos siempre se ha de incluir un sistema de señalización o diferenciación que actúe sobre los nuevos elementos. La diferenciación puede mantenerse a dos niveles diferentes.

- Nivel interno. Se pueden utilizar elementos líticos de diferente naturaleza a los originales o se pueden señalar con marcas que se aplican en la superficie no vista desde el exterior para no interferir visualmente o se pueden separar físicamente mediante tejidos de polipropileno.
- Nivel externo. Mediante el uso de paneles explicativos en los que se especifica qué partes son originales y qué otras partes son elementos nuevos.

La anastilosis elíptica

La anastilosis elíptica es un recurso que tiene muchas posibilidades y que aún no se ha estudiado ni aplicado convenientemente. Básicamente consiste en la recreación visual de una imagen potencial. Se usa por ejemplo para remarcar el límite exterior de un monumento poco definido o que haya sufrido pérdidas de volumen tan acusadas que afecten a su extensión perimetral. Se pueden emplear muchos recursos para su aplicación; desde diferentes tipos de vegetación, hasta la introducción de elementos nuevos.

El sistema se puede aplicar de forma más eficaz en monumentos con partes desaparecidas. Mediante el uso de hierbas de diferentes tonos, texturas y hasta velocidades de crecimiento podemos formalizar una línea que nos marca aproximadamente cual pudo ser el perímetro tumular. Otro recurso es el uso de elementos pétreos que colocados en posiciones estratégicas crean, por ejemplo, puntos que tiendan a aparecer como líneas visuales. Estos trazos son completamente elípticos y pueden reforzar límites no reales, es decir, que no existen sobre el terreno, pero que surgen en la percepción del observador.

Integración de otros elementos

La integración de otros elementos es a veces totalmente necesaria para contribuir en la adecuada estabilidad del monumento. Partiendo del hecho de cada monumento es un caso especial y que ha de tratarse de forma individualizada solo podemos afirmar que el número y clase de nuevos elementos que serían susceptibles de ser utilizados puede llegar a ser tan extenso como lo es la gama de deterioros.

- Anillo de protección. El hecho de que la mayoría de las veces el monumento se ubique en zonas donde la vegetación produce manchas muy densas de arbolado y matorral requiere un tratamiento que ya se ha descrito en las fases de corrección, conversión y mantenimiento del factor vegetal. La creación de un anillo de protección esta directamente relacionada con los pasos previos de control, ya que para el diseño y elaboración del anillo, anteriormente se ha tenido que colocar el factor vegetal en

unos parámetros utilizables al servicio de la estabilidad del monumento. Este anillo cumple dos funciones fundamentales:

1) Crea un espacio vacío alrededor del monumento desde el que se puede observar mucho mejor. Rodeando el anillo se pueden apreciar varias perspectivas diferentes. La distancia que toma el observador desde un punto lejano sugiere la contemplación de una visión global, tanto del monumento como del elemento vegetal en el que se inserta y del paisaje del lugar.

2) Funciona como un espacio aséptico. Sobre el anillo la hierba plantada tiende a formar un lienzo verde sobre el que destacan nuevos inicios de plantas infestantes, siendo más fácil su detección y eliminación.

La creación de este tipo de áreas de protección en torno al elemento a proteger y destacar ha sido últimamente aplicada en otros entornos como los urbanos. Es un concepto denominado *buffer zone*, o zona tampón, y ha sido traducido al castellano como zona de amortiguamiento (ZA). Dentro del ámbito del Patrimonio Mundial este sistema está cobrando cada vez más importancia como una práctica necesaria para la supervivencia y correcta percepción del bien.

- Elementos separadores. Este sistema pretende crear barreras naturales de seguridad entre el anillo de protección y por ejemplo, caminos y sendas que pasen excesivamente cerca del monumento. Es en todo caso una barrera más física que virtual lo que se pretende. Un elemento separador natural que hemos utilizado es el seto. Normalmente en el límite exterior del anillo de protección se controla una zona sin ningún tipo de desbroce. Poco a poco, tras selecciones manuales, se potencia el crecimiento de determinadas especies de la vegetación natural como brezos, argomas o sauces, que en este caso adquieren un valor positivo. Tratadas convenientemente estas especies, y en el lugar específico, en el límite entre anillo y el camino, podemos afirmar que realizan una función de protección cuando llegan a formar un seto natural, ya que este seto separa los físicamente.
- Elementos remarcadores. Un sistema aplicado consiste en la colocación de vallados. Para acceder a este espacio se ha practicado una entrada que atraviesa la zona no controlada y llega hasta el anillo de protección. El espectador que traspasa esta barrera debe ser consciente que la vegetación natural termina en ese preciso lugar y que a partir de aquí se encuentra en un espacio diferente. Este otro espacio tiene otros valores diferentes, ya que se convierte en un espacio de categoría cultural, en contraposición evidente a la categoría de natural que prima en el entorno.

Sistemas de prevención de daños

En un orden cronológico de actuación la intervención preventiva es el último de los pasos a dar. Se realiza después de haber intervenido firmemente en la estructura y cuando ésta ha recuperado la unidad potencial de su imagen o, en el peor de los casos, cuando todas las operaciones posibles de conservación se han realizado.

La intención es intervenir en el cuidado del entorno, y crear, por extensión, unas condiciones adecuadas para el objeto.

El grupo de operaciones consta de dos principales grupos de actuación: estabilización del umbral de riesgo y reducción de vulnerabilidad.

Estabilización del umbral de riesgo

La definición operativa que se entiende por umbral de riesgo es aquel punto establecido en torno a la seguridad del objeto y que traspasado es valorado como agente de deterioro inminente. Es ajeno al monumento y corresponde con acciones externas a él.

Sólo es aplicable individualmente, como indica Barclay [10] porque se basa en las características propias de cada caso y funciona enlazado con la designación de parámetros de riesgo.

El objetivo que se marca es, mediante la intervención en elementos del entorno lejano, eliminar o atenuar potenciales riesgos por medio de reducción del grado de peligro de la zona. Entre éstos destacan la cercanía de pistas forestales, la misma existencia de explotaciones forestales, cercanía de núcleos habitados. También cabe citar problemas intrínsecos del hábitat, como erosiones de la capa vegetal, desertizaciones, peligro de incendios, etc.

Reducción del grado de vulnerabilidad

Tiene como finalidad y junto al anterior apartado la protección del objeto y de su entorno una vez que las tareas verdaderamente recompositivas se han llevado a cabo. Establecido el umbral de riesgo y siendo conocidos sus factores se puede actuar sobre los mismos. Se entiende el grado de vulnerabilidad como un aspecto interno del monumento, es decir de su capacidad de debilitarse o deteriorarse sin la introducción de factores ajenos.

La mejor forma de reducir la vulnerabilidad es convertir al monumento en un objeto reconocible, perfectamente señalado y correctamente demarcado. Cuando la reconocibilidad de la estructura dolménica es elevada, la vulnerabilidad del mismo descende de forma proporcional. Se suele afirmar por ello que la mejor forma de reducir la vulnerabilidad es efectuar una buena conservación.

Demarcación y señalización

Todas las intervenciones realizadas terminan en esta fase de señalización. La señalización se puede desarrollar en jerarquías y frentes diferentes para abarcar desde el propio monumento hasta el mismo circuito. Una tipología básica de señalización requeriría por lo menos tres tipos diferentes.

Señalización de definición

Es la que se coloca en el propio monumento. Recibe el nombre técnico de señalización de definición porque su primera y más relevante función es informar al espectador de que es ante lo que se encuentra, es decir, que define el objeto o monumento. En esta señal se informa de la categoría del elemento, por ejemplo, (monumento), de su denominación (por ejemplo, Monumento de Cotobasero 2), de su tipología (túmulo o monumento), de su condición (sepultura prehistórica) y de la administración que lo ampara o lo protege (Gobierno Vasco).

Estas señales se han colocado atendiendo a unos requisitos: que entorpezcan visualmente lo menos posible la correcta y completa percepción del monumento desde el exterior y que su placa informativa este orientada hacia la proximidad del camino por donde asciende el espectador, para facilitar la inmediatez de su lectura.

Señalización complementaria. Direcciones y tiempos

La información que facilita en este caso se refiere a las direcciones en las que avanza la ruta y los tiempos a los que se encuentran los siguientes monumentos. Debemos pensar que la elaboración de una ruta necesita de este tipo de señalización complementario que informe al potencial espectador o caminante de aspectos determinantes como los mencionados. Para su colocación se eligen zonas anexas a la senda en el interior o en el borde del anillo de protección. Para su ubicación se siguen los mismos principios que para la señalización de definición.

Señalización de circuito o itinerario

Esta señalización se ubica normalmente en los arranques de los caminos que desde puntos conocidos alcanzan los monumentos. Son la mayoría de las veces rutas populares que se realizan desde hace mucho tiempo y que se ubican en la memoria colectiva de un pueblo. Por lo tanto, para aprovechar esta situación suele ser beneficioso elegir estos puntos como lugares privilegiados para ubicar paneles e informar sobre la existencia de la ruta y de su contenido.

A la vista de lo expuesto y como conclusión al tema de la elección de una herramienta de señalización hemos observado que la señalización diseñada por el Gobierno Vasco no se ve afectada por ninguno de los problemas citados. De hecho, a través de la experiencia de su colocación y del seguimiento sobre su conservación podemos afirmar que es una de las señales más fiables y seguras que se pueden realizar. La consistencia y dureza de sus materiales, su peso y su tamaño adecuado son entre otros, aspectos positivos que se tienen que tener muy en cuenta, ya que en base a ellos podremos asegurar su permanencia y la consiguiente protección del monumento.

Documentación

Toda la documentación que se maneja en una intervención de estas características se puede dividir en dos bloques: la documentación previa de apoyo y la documentación sobre la intervención.

Documentación previa de apoyo

Como tal, este paquete de información supone un punto de partida, además de ofrecer un fiel reflejo documental de cuál es el verdadero y actual estado de las estructuras seleccionadas para la intervención conservadora teórica. Dadas sus especiales características este tipo de información no es a veces forzosamente fotográfico. Sirven como tales informaciones los conocimientos y recuerdos de los pobladores cercanos o de conocedores de la estructura.

Documentación de la intervención

Los tipos de documentación gráfica de los que se sirve el trabajo pertenecen a cualquier tipo de soporte que de alguna manera ayude a definir, a entender y a describir de forma más extensa y analítica el estado en el que se encuentra la estructura y el desarrollo de la intervención.

En un intento de representar fielmente el estado actual de conservación las pautas de obtención de tomas e imágenes deben seguir una tabla de referencia. La obtención de tomas y de imágenes se ha realizado siguiendo una pauta establecida. Con ella se intenta racionalizar la exposición de las imágenes de las estructuras seleccionadas en un orden que capte, en principio, lo más concreto para alcanzar después los aspectos más generales o abiertos. El orden es el siguiente:

Estructura > Entorno inmediato > Relación estructura entorno > Entorno lejano.

Interpretación y difusión

Tal como suscribe la Carta ICOMOS de ENAME de 2004 para la interpretación de los lugares pertenecientes al patrimonio cultural "El propósito primordial de la interpretación debe ser de comunicar los valores de los lugares pertenecientes al patrimonio cultural. Una interpretación efectiva debe mejorar la experiencia del visitante y aumentar el respeto y la comprensión social del significado del lugar, y de la importancia de su conservación" [11].

Por lo tanto, la información que se presenta al potencial espectador debe ser muy cuidada y seleccionada evitando en todo momento lo circunstancial y potenciando lo sustancial. No se trata de resumir la información sino de seleccionarla, evitando un todo farragoso y demasiado especializado, ni de vulgarizarla sino de divulgarla.

En este sentido pretendemos establecer una conexión emocional con el visitante, incitándole a participar en lo que podemos describir como un recorrido de descubrimiento y a estimular un mayor interés. Hemos considerado que la interpretación es una parte integrante de todo proceso de conservación entendido este como puesta en valor y debe incorporarse a los planes previos de intervención.

Volvemos a encontrar aquí el valor diacrónico del monumento porque la interpretación debe tener en cuenta también las contribuciones o aditamentos perceptibles en el monumento, resultado de su evolución histórica.

La difusión de los Bienes Culturales es un aspecto recogido en la Carta Internacional sobre Turismo Cultural y avala "facilitar y animar al diálogo entre los intereses de la conservación del Patrimonio y los intereses de la industria del turismo" [12].

Asignación de usos post-intervención

Para la búsqueda de asignaciones post-intervención se parte de la premisa de que la mejor forma de mantener un monumento es establecer en torno a él unas condiciones que lo revitalicen como opina Diaz-Berrio [13]. Por ello, y siguiendo la idea apuntada por Litva King [14] la forma más adecuada de acercar este tipo de monumentos a la colectividad se realiza desde su potenciación como elementos que pueden ofrecer algún interés y uso a la sociedad.

El uso más adecuado para estos elementos se decanta por el lado de la asignación educativa o cultural. La mejor forma de acceder al conocimiento se puede complementar fácilmente con la enseñanza de la cultura a través de elementos que son, ya de por sí Bienes Culturales. Como se aprecia, la conservación se apoya en el uso viable del Patrimonio Cultural; no hay objeto o elemento mejor conservado que aquel que produce utilidades. Una forma inteligente de conservación es parte de la política de su uso.

En palabras de Cantú [15] el Patrimonio Cultural no es solamente una riqueza que hay que custodiar celosamente para que no se deteriore o se pierda; es al mismo tiempo, un valor que debe ser puesto en contacto inmediato con el público para que éste lo conozca, lo aprecie y lo incorpore a su vida.

Tampoco se ha de olvidar la inclusión de estos objetos culturales dentro de recorridos etnográfico-naturales, como se ha mencionado arriba. En este sentido, la Carta de Itinerarios Culturales [16] promulga el diseño de itinerarios culturales y dice "respetando el valor intrínseco de cada elemento, el Itinerario Cultural rescata y enfatiza el de todos y cada uno de los que lo componen, como partes sustantivas del conjunto".

Estas rutas representan procesos interactivos y evolutivos que pueden reflejar, si son bien utilizadas, los progresos del ser humano y su resultado sobre el entorno natural.

La Carta hace un llamamiento muy conciso sobre este nuevo concepto o categoría patrimonial porque guarda armonía y no se solapa con otras categorías o tipos de bienes (monumentos, ciudades, paisajes culturales, patrimonio industrial, etc.) que pueden existir en su seno y simplemente los encuadra en un marco superior que potencia su significado y "los interrelaciona a través de una perspectiva científica que proporciona una visión plural, más completa y justa de la historia".

Conclusiones

La anastilosis o reconstrucción razonada y categorizada (siempre perfectamente justificada y documentada) es un recurso energético y eficiente para dotar de estabilidad las estructuras intervenidas y asegurar su futuro. También suele facilitar la lectura del bien completando su visión global.

Si se realiza siguiendo unos criterios acordes con los preceptos internacionales queda firmemente asegurado su grado de autenticidad.

La conservación preventiva mediante intervención ambiental se ha mostrado como un sistema fiable, eficaz y adecuado para recuperar Bienes Culturales ubicados en parajes naturales.

Consideramos que cualquier tipo de intervención sobre monumentos ubicados en parajes naturales debería solucionar previamente a la intervención aspectos determinantes para su pervivencia como:

- La caracterización de dos sistemas de diferenciación entre añadido y original: separación física y distinción perceptiva (moderadamente visible) con demarcadores específicos.
- La evaluación y valoración del grado de riesgo y vulnerabilidad y aplicación de medidas para su contención y el diseño de un protocolo de mantenimiento.

- La selección de la disposición final de la estructura del Bien Cultural para hacerla visitable y estable a la vez y el estudio y colocación de sistemas combinados de exposición y protección.
- El diseño de un procedimiento de musealización, que abarque tipologías de cierre, puntos de observación globales y parciales, trazado de itinerarios internos y sistemas de señalización e información en el monumento y en sus accesos.

Bibliografía

- 1 “DECLARACION DE XI’AN SOBRE LA CONSERVACION DEL ENTORNO DE LAS ESTRUCTURAS, SITIOS Y AREAS PATRIMONIALES” (Adoptada en Xi’an, China, por la 15ª Asamblea General del ICOMOS, 21 de octubre de 2005), <http://www.international.icomos.org/charters/xian-declaration-sp.pdf> (2011).
- 2 LAS HERAS, José A., HERNÁNDEZ PRIETO, Mª Ángeles: “III Congreso Internacional sobre Musealización de Yacimientos Arqueológicos. Zaragoza, 15-18/11/2004”, http://museodealtamira.mcu.es/pdf/congreso_musealizacion_yacimientos.pdf (2011).
- 3 “CARTA INTERNACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO (1990)” (Preparada por el Comité Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico (ICAHM) y adoptada por la Asamblea General del ICOMOS en Lausana en 1990), http://www.icomos.org/docs/archaeology_es.html (2011).
- 4 CALECA, Luigi, DE VECCHI, Antonio: *Tecnologie di Consolidamento delle Strutture Murarie*, Palermo: Dario Flacovio Editore, 1990.
- 5 CARRASCO, Ramón: "La Consolidación como Perspectiva en la Conservación del Patrimonio cultural: La Restauración en Hochob, Dzibilnocac y Chicanna, Campeche", *Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana*. Nº 3 (1984).
- 6 CATIZONE, Pietro, TIBILETTI, Elena, MIRAVALLE, Roberto, CORALLO, Francesco, BITELLI, Luisa: *Gestione della vegetazione nei siti archeologici: le esperienze di Pompei e Selinunte*, Masetti editores, 1993.
- 7 BRANDI, Cesare: *Teoría de la Restauración*, Madrid: Alianza Editorial, 1988.
- 8 “DOCUMENTO DE NARA, ICOMOS” (Documento sobre la Autenticidad del Patrimonio Cultural, 1994), http://www.esicomos.org/Nueva_carpeta/info_DOC_NARAesp.htm (2011).
- 9 “CONVENIO EUROPEO SOBRE LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO (Revisado)” (Redactado en La Valetta el 16 de enero de 1992), http://www.patrimur.com/normativa/convenio_arqueologico_1992.pdf (2011).

- 10 G. JONES, Barclay, MELVIN GREEN, P. E.: "Reducing vulnerability" en G. JONES, Barclay: *Protecting Historic Architecture and Museum Collections from Natural Disasters*, USA: Butterworths, 1986.
- 11 "CARTA DE ENAME PARA LA INTERPRETACIÓN DE LUGARES PERTENECIENTES AL PATRIMONIO CULTURAL. ICOMOS, 23 de agosto de 2004", http://www.esicomos.org/Nueva_carpetas/info_cartaENAMEesp.htm. (2011).
- 12 "CARTA INTERNACIONAL SOBRE TURISMO CULTURAL" (La Gestión del Turismo en los sitios con Patrimonio Significativo (1999), adoptada por ICOMOS en la 12ª Asamblea General en México, octubre de 1999), http://www.international.icomos.org/charters/tourism_sp.htm (2011).
- 13 DIAZ-BERRIO, Salvador: "El Patrimonio Cultural Urbano", en *Encuentro Nacional de Conservadores*, México: INAH-SEP, 1984.
- 14 LITVA KING, Jaime: "Conservación: un Punto de Vista", en *Encuentro Nacional de Conservación*, México: INAH-SEP, 1984.
- 15 CANTÚ, María Antonieta: "La Conservación del Patrimonio cultural en la Museografía de Exposiciones Arqueológicas e Históricas", en *Encuentro Nacional de Conservadores*, México: INAH-SEP, 1984.
- 16 "CARTA DE ITINERARIOS CULTURALES ICOMOS" (Elaborada por el Comité Científico Internacional de Itinerarios Culturales (CIIC) del ICOMOS y ratificada por la 16ª Asamblea General del ICOMOS, Quebec (Canadá), el 4 de octubre de 2008), http://www.icomos.org/charters/culturalroutes_sp.pdf (2011).

Bibliografía complementaria

BACETA GOBANTES, Fernando: "Procesos de Conservación Sobre Monumentaria Dolménica de Montaña con relación a su Entorno Natural", *Kobie*. 8 (1996) pp. 163-188.

BACETA GOBANTES, Fernando: "La conservación preventiva mediante intervención medio ambiental en monumentos en parajes naturales. Un ejemplo en Bizkaia", *Revista Internacional del Patrimonio Histórico. Restauración y Rehabilitación*. 102 (2007) pp. 64-12.

COLES, John: "The Site Record and Publication", en *Conservation on Archaeological Excavations*, Roma: ICCROM, 1984.

DAIFUKU, Hiroshi: "The Significance of Cultural Property", en *The Conservation of Cultural Property*, Bélgica: UNESCO, 1968.

DE ANGELIS D'OSSAT, Guglielmo: *Guide to the Methodical Study of Monuments and Their Causes of their Deterioration*, Roma: ICCROM, 1972.

Cartas y documentos

“CARTA DE BURRA” (Carta del ICOMOS Australia para Sitios de Significación Cultural), http://www.international.icomos.org/charters/burra1999_spa.pdf (2011).

“CARTA DE CRACOVIA 2000” (Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido), <http://www.mcu.es/museos/docs/CartaDeCracovia.pdf> (2011).

“DIRECTRICES PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA CONVENCIÓN DEL PATRIMONIO MUNDIAL” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Comité Intergubernamental de Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, 2008), http://whc.unesco.org/documents/publi_infokit_es.pdf (2011).

“MEMORANDO DE VIENA SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LOS PAISAJES URBANOS HISTÓRICOS” (París, Sede de la UNESCO, 10 y 11 de octubre de 2005), <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139993s.pdf> (2011).

“TERMINOLOGY TO CHARACTERIZE THE CONSERVATION OF TANGIBLE CULTURAL HERITAGE” (Resolución adoptada por el ICOM-CC en la 15th Triennial Conference, New Delhi, 22-26 September 2008), <http://www.cz-museums.cz/UserFiles/File/komise/kkrp/icom-cc-terminology-rev23.pdf> (2011).

Autor

Fernando Bazeta Gobantes (1965) es Doctor en Restauración y Conservación de Bienes Culturales (1996). Desde 1997 es Profesor Titular en la Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU en los Grados de Historia del Arte y de Restauración y Conservación de Bienes Culturales. A partir de 1996 ha realizado estudios sobre la situación de elementos culturales de carácter arqueológico ubicados en parajes naturales en Bizkaia, especializándose en el patrimonio megalítico. Entre 2001 y 2003 ha dirigido la puesta en valor del dolmen de Sustrigi-Mendigana en el Parque Natural de Gorbeia. También ha dirigido dos proyectos de investigación financiados por la Cátedra UNESCO en la estación megalítica de Katillotxu en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai y ha diseñado una ruta dolménica en Munarriko Landa, Sopelana (Bizkaia). Actualmente participa en la puesta en valor del Castro de la Edad del Hierro en Bolunburu en Zalla, Bizkaia y dirige dos proyectos: *Elaboración*

de una red de rutas megalíticas en el municipio de Bizkaia con mayor densidad megalítica, Karrantza y la Puesta en valor científica e integral del oppidum de la Edad del Hierro II de Arrola-Marulexa, (proyecto I+D+i) financiado por la Diputación Foral de Bizkaia. Dirección: Dpto. de Historia del Arte, Facultad de Letras, UPV/EHU, Paseo de la Universidad 5, 01006 Vitoria-Gasteiz, España. E-mail: fernando.bazeta@ehu.es

NUEVAS APLICACIONES ENZIMÁTICAS EN PROCESOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE SOPORTES CELULÓSICOS

Alicia de Lera Santín

En este escrito se describe un nuevo método enzimático para consolidar la celulosa del papel. En primer lugar, se realiza un estudio bibliográfico sobre la utilización actual de enzimas en restauración y se estudia la química, degradación y consolidación del papel. El gel enzimático investigado se aplica sobre el papel y sintetiza la celulosa gracias a una enzima hidrolítica, la celulasa, que actúa como una sintetasa consolidando el papel envejecido.

Dans cet article, nous décrivons une nouvelle méthode enzymatique pour consolider la cellulose du papier. Tout d'abord, nous avons réalisé une étude bibliographique sur l'utilisation actuelle des enzymes dans la restauration et la chimie, la dégradation et la consolidation du papier. Le gel enzymatique s'applique sur le papier et synthétise la cellulose grâce à une enzyme hydrolytique, la cellulase, qui agit comme une synthétase, en consolidant le papier vieilli.

*Agar, celulosa, celulasa, consolidación, enzimas, gel
Agar, cellulose, cellulase, consolidation, enzymes, gel*

Introducción

Desde hace años, los restauradores son conscientes de la alta toxicidad de los múltiples productos que emplean y sus posibles efectos. No sólo son perjudiciales para el medio ambiente y la obra de arte, sino también para el restaurador que trata con estas sustancias. Por este motivo, la primera parte del estudio trata de buscar una alternativa a la toxicidad de los productos de restauración con el estudio del uso actual de enzimas. Las enzimas son un sistema más inocuo que muchos productos empleados en restauración. No obstante, la utilización de enzimas, es insuficiente por falta de información y conocimiento de su correcto manejo. Su utilización se centra sobre todo en la eliminación de sustratos en limpiezas mediante hidrolasas. No obstante, existen diferentes tipos de enzimas: las transferasas, liasas, isomerasa, ligasas (sintetasas), oxirreductasas, que tienen diferentes funciones, como por ejemplo la capacidad de crear enlaces. Esta función sirvió para reflexionar sobre la posibilidad de consolidar con enzimas, materiales relativamente simples desde su estructura, como el soporte de papel, realizado con fibras de celulosa.

Antecedentes del uso de enzimas en restauración

Las enzimas se han utilizado en restauración desde hace décadas en Europa y resto del mundo. Sheridan ^[1] usó por primera vez la enzima tripsina en 1962, para limpiar adhesivos proteicos. Sin embargo no se volvió a publicar nada sobre la aplicación enzimática en restauración hasta la década siguiente (1970) cuando Wendelbo y Fosse ^[2], decidieron aplicar una enzima proteolítica en el mundo de la restauración.

Hubo que esperar otra década hasta el comienzo de los múltiples estudios que se han realizado en el campo de la enzimología aplicada a la restauración. Los estudios más destacados son por ejemplo, los de Segal y Cooper que aplicaban la α -amilasa para retirar la pasta adhesiva de almidón, o la tripsina cuando los adhesivos de restauraciones antiguas eran de naturaleza proteica. Banik ^[3,4] creó una compresa de amilasas lista para utilizar en manuscritos de papel.

Ariane De La Chapelle y Patrick Choisy eliminaban manchas de foxing con peroxidases fúngicas en un medio acuoso sin utilizar métodos químicos. Ariane de La Chapelle *et al.* ^[5] desarrollaron un método simple y fácil para detectar la presencia mínima de cola. Paolo Cremonesi ^[6] publicó un libro sobre el empleo de enzimas en limpiezas de pinturas policromas. Cremonesi, Roberto Bellucci y Ginebra Pignagnoli ^[7] demostraron de forma experimental que las lipasas eran capaces de hidrolizar sustratos no grasos como las películas acrílicas de Paraloid® B - 72. Richard Wolbers creó un gel con lipasas para eliminar capas de óleo sobre capas de resina natural. En el ámbito español también existen investigadores que han publicado artículos de enzimas. Nieves Valentín ^[8], Andrés Sánchez e Isabel Herraiz publicaron la utilización de una mezcla de lisozimas en un gel de agarosa que servía para desinfectar y limpiar los cristales de unas vidrieras infestadas de *Bacillus Subtilis*. Isabel Blasco Castiñeyra ha estudiado estos últimos años el uso de enzimas proteolíticas ^[9].

La consolidación de la celulosa en restauración, siempre se ha efectuado mediante consolidantes naturales, sintéticos o mezcla de ellos ^[10]. El uso de enzimas para tal efecto en restauración de obras de arte es algo innovador. No obstante, en el ámbito de las ciencias químico-biológicas, se encuentran artículos relacionados con la síntesis de la celulosa mediante bacterias ^[11-14] o también mediante el uso de enzimas como la *cellulose synthase* que es capaz de biosintetizar la celulosa ^[15] y la enzima hidrolítica celulasa ^[16-18] que biocataliza la síntesis de la celulosa en presencia del acetonitrilo.

La utilización de una mezcla de disolvente acuoso/no acuoso permite que esta enzima trabaje, utilizando un sustrato específico (beta-celobiosa fluorada), a la inversa de su naturaleza hidrolítica creando uniones glucosídicas en el papel degradado.

Estas dos enzimas tienen varios inconvenientes. La primera, la *cellulose synthase* es difícil de conseguir o hay que sintetizarla en un laboratorio, por lo que poner en marcha una investigación o cualquier restauración, sería económicamente inviable.

Por otro lado, la celulasa es fácil de conseguir y utilizar pero, el acetonitrilo es un disolvente tóxico y esta enzima en un momento dado puede hidrolizar y degradar la celulosa. Por lo tanto, se debía cambiar el disolvente para disminuir al máximo la toxicidad del tratamiento y conseguir que estas enzimas no actuaran nunca como hidrolasas.

Las enzimas

Las enzimas son proteínas globulares formadas por una o más cadenas polipeptídicas plegadas, creando una hondonada, centro activo, donde encaja un sustrato específico y tiene lugar la reacción. Actúan como catalizadores de reacciones químicas, reduciendo la energía necesaria para que se den de forma espontánea.

Existen varios tipos de enzimas: oxirreductasas, transferasas, hidrolasas, liasas, isomerasas y sintetasas.

La regulación de la actividad enzimática se efectúa mediante el control de la temperatura, del pH y de cofactores o coenzimas: Los cofactores son iones minerales que muchas enzimas necesitan para su correcta actividad enzimática. Por ejemplo, las peroxidasa necesitan iones Fe^{2+} o Fe^{3+} y las α -amilasa, iones Ca^{2+} .

Las coenzimas son moléculas orgánicas que se unen de manera temporal o permanente a las enzimas en una zona bastante cercana al centro activo.

La eliminación o disminución de la actividad enzimática también se puede producir gracias a la realización de diferentes lavados, porque se ha demostrado que en un primer lavado se consigue eliminar hasta un 99% de las enzimas. Por otro lado, la inhibición de las enzimas se realiza de diversas maneras: con inhibidores específicos de cada enzima, con disolventes mezclados con agua, con algunos detergentes, variando el pH y la temperatura, con iones de metales pesados (hierro, cobre, mercurio, plomo...), con ácidos y bases fuertes, con radiaciones, con la modificación de algunos grupos funcionales que inactivan la acción catalítica de la enzima o con acciones mecánicas como las altas presiones.

Evidentemente, muchas de estas inhibiciones no son compatibles con la obra de arte.

Los criterios para escoger una enzima son en primer lugar, la naturaleza del material a eliminar (almidón, proteínas, materia grasa) y en segundo lugar la naturaleza de los materiales que constituyen la obra (para no alterarlos) (tabla 1). Estos criterios determinan la clase de enzima (amilasa, proteasa, esterasa o lipasa). Posteriormente,

se deben analizar las condiciones de trabajo de la enzima, porque tienen que ser compatibles con las características de la obra (pH, temperatura, tiempo...). Ésto determinará el tipo específico de la enzima. Por último, hay que tener en cuenta el coste de la enzima.

El potencial perjudicial de las enzimas para el restaurador es como mucho irritante en estado liofilizado (polvo), por lo que hay que evitar su inhalación o mantener un contacto cutáneo prolongado. El potencial perjudicial para la pintura es mínimo porque como hemos mencionado antes, en sólo la primera limpieza acuosa, la eliminación es del 99% de las enzimas. Además, las enzimas una vez desnaturalizadas empiezan a alterarse irreversiblemente y pierden su función hidrolítica. Por lo que su conservación cuando no se utilizan es en el frigorífico a 2-8 °C o, en el caso de algunas de ellas, en el congelador a -20 °C (peroxidasa). En forma sólida (polvo) duran de 9-12 meses y en soluciones de baja concentración se alteran rápidamente. En sólido o en concentraciones líquidas muy elevadas la actividad enzimática disminuye de 1-2 % por año. Los tipos de enzimas utilizadas en la restauración son casi todas hidrolasas. Catalizan la hidrólisis de uniones éteres (-C-O-C-), ésteres (-CO-O-) y aminoácidos (-CO-NH-) y son una alternativa al uso de ácidos y álcalis para la eliminación de sustancias poliméricas envejecidas (tabla 2).

Sustrato o mancha a eliminar	Enzimas
Pasta adhesiva de almidón	α-amilasa
Cola animal (colágeno)	Colagenasa
Películas oleosas Manchas de grasa Chocolate Aceites Películas acrílicas (Paraloid B-72)	Lipasa/oleasa
Desinfectar vidrieras	Lisozimas
Eliminar foxing	Peroxidasa fúngica Reductasas específicas de cada grupo cromóforo.
Cola animal Gelatina Tinte básico	Proteasas(gelatinasa)
Restauraciones antiguas de naturaleza proteica Separar papiros de capas de yeso Sangre antigua Huevo	Tripsina

Tabla 1: Sustratos o manchas que se eliminan con las enzimas y enzimas específicas para eliminar dichos sustratos.

Enzimas	Sustancias
Proteolíticas	Proteínas
Lipolíticas	materias grasas
Glicolíticas	Polisacáridos

Tabla 2: Tipos de enzimas utilizadas en restauración

El papel

Para el éxito de esta investigación era de suma importancia conocer la composición química de la celulosa, su estructura física, así como las causas de degradación.

El papel fue inventado por Cai Lun en China, en el año 105 d.C. Su composición suele ser de fibras, encolantes, blanqueantes, cargas, tintas, etc. Esta composición varía según la época y el lugar de fabricación.

La celulosa ($C_6H_{10}O_5$) de las fibras es un polisacárido lineal de origen vegetal formado por moléculas o sub-unidades ^[19] monoméricas repetidas de β -D-glucosa ($C_6H_{12}O_6$) o (anhidro-D (+) Glucosa), unidas por enlaces β (1-4) glucosídicos (puentes de oxígeno), creando largas cadenas. Al unirse dos β -D-glucopiranosas se desprende una molécula de agua (fig. 1). El disacárido que se crea, se llama celobiosa ($C_6H_{10}O_6$) ^[20] y cada unidad está orientada a 180° con respecto a la otra.

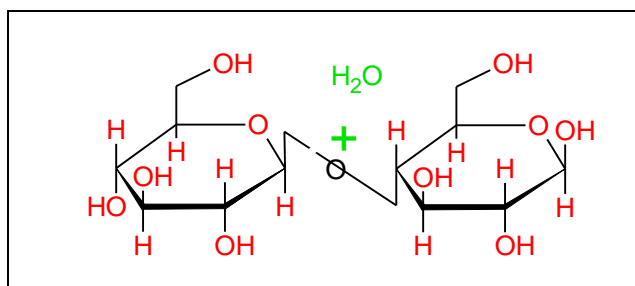


Fig. 1: Obsérvese en verde el enlace β -glucosídico de dos β -D-glucopiranosas con desprendimiento de una molécula de agua.

Para formar las fibras de celulosa, estas cadenas se posicionan en el sitio exacto para formar uniones de H (fig. 2a), puentes de hidrógeno, y fuerzas de Van der Waals.

Las causas de degradación de la celulosa son la oxidación y la hidrólisis. Ésta última viene catalizada por la protonización, es decir, la unión de un ión de hidrogeno (proveniente de la disociación de un ácido) con el oxígeno de la unión glucosídica. Posteriormente en presencia de una molécula de agua, se une a uno de los carbonos y provoca la rotura del enlace glucosídico, liberándose un ión hidrógeno. En cada carbono ahora se forma y permanece nuevas unidades terminales reductoras (-OH) (fig. 2b). En estas aparece un equilibrio entre la forma cíclica y la estructura abierta. Por otro lado, tenemos la oxidación que transfiere electrones de una especie química a

otra. En la mayoría de los casos participa en esta reacción el oxígeno aunque no es necesario. La oxidación del grupo alcoholico primario ($-\text{CH}_2\text{-OH}$), transforma este grupo en ácido carboxílico ($-\text{COOH}$) mientras uno secundario ($=\text{CH-OH}$) en cetona ($-\text{CO}-$). Los oxidrilos secundarios C-2 y C-3 se transforman en grupos carbonilos (cetonas), mientras el único oxidrilo primario, el C-6 se convierte en un grupo carboxílico (ácido) (fig. 2c). La presencia de sustancias contaminantes en la atmósfera (ejemplo el azufre), productos oxidantes y oxidables del papel (ej. tintas y pigmentos), sustancias introducidas en la fabricación (blanqueadores...) pueden provocar reacciones de oxidación de la celulosa (fig. 3).

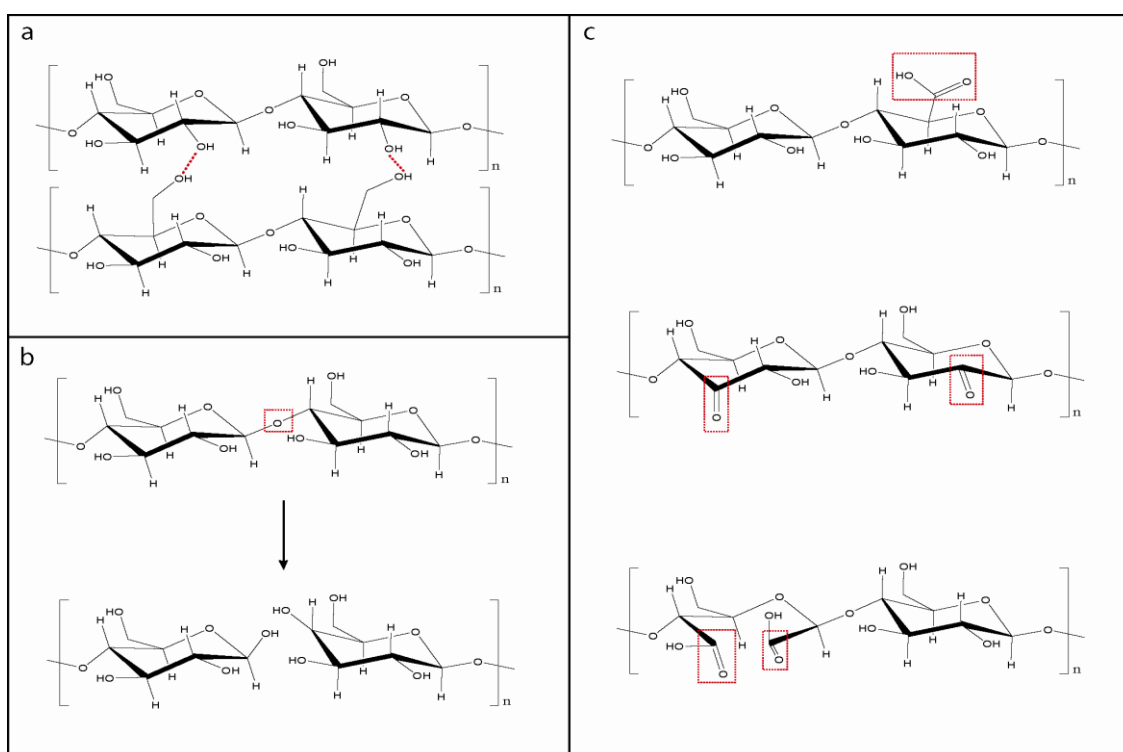


Fig. 2: a) Estructura de los polímeros de homosacáridos y puentes de hidrogeno (en rojo) de las fibras de celulosa, b) hidrólisis que se produce durante el envejecimiento de las fibras de celulosa y c) posible reacción de oxidación de las fibras de celulosa.

Por otro lado, los grupos carbonilos son grupos cromóforos, por lo que una vez formados dan una cierta coloración a la celulosa y provocan graves alteraciones óptico-cromáticas. Además, si estos forman uniones con el hidrógeno (uniones más débiles que las de los grupos alcoholicos) crean alteraciones estructurales de la fibra. Y, si la oxidación es muy grande, los grupos carbonilos pueden ser transformados en grupos carboxílicos. Esto provoca la rotura del anillo entre los carbonos C-2 y C-3, lo que provoca alteraciones en la estructura de la fibra.

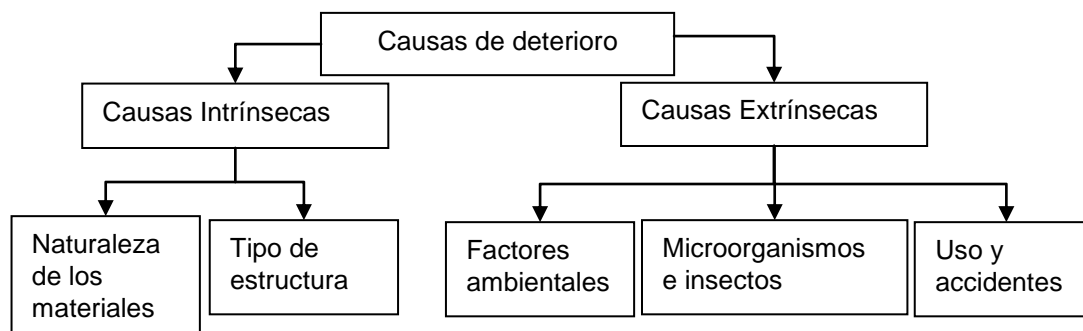


Fig. 3: Causas de degradación de las obras sobre soporte de papel.

El empleo de adhesivos en papel sirve para consolidar, dotar al papel de resistencia para su manejo y durabilidad. Los más utilizados son la carboximetilcelulosa de sodio, la metilcelulosa y la gelatina porque han demostrado ser los más estables, fáciles de aplicar y económicos. También se utilizan los almidones (harina de trigo o arroz), gomas (algas marinas), acetato de celulosa e hidroxipropilcelulosa que son más o menos estables aunque hay que utilizarlos con cautela. Por último, los materiales sintéticos que no se emplean en la actualidad porque producen cambios perjudiciales e irreversibles en los soportes celulósicos son el alcohol polivinílico y el nylon soluble. Estos adhesivos tienen diferentes desventajas que pueden surgir al aplicar una cola a un papel ^[21]: alteración y degradación de colores ^[22-24], variaciones del pH, de las dimensiones del papel ^[24], del espesor ^[22], de la porosidad y de la capacidad higroscópica ^[23]. También pueden provocar deformaciones, sequedad y manchas ^[24]. En las laminaciones, se pierde información en el reverso (dibujos, escritos, etc.) y son difíciles de eliminar ^[24]. Por ejemplo, las colas de conejo, cola blanca y cola animal pueden provocar daños irreversibles como descoloraciones, sequedad y manchas. Además, las colas con el tiempo se vuelven quebradizas, cambian de color, resecan el papel, modifican su flexibilidad y estructura ^[25], provocan distorsiones del papel, ondulaciones y diferentes tensiones entre el papel y el adhesivo. Por todas estas desventajas, se decidió intentar consolidar la celulosa con enzimas.

Parte práctica experimental: Preparación de las probetas

En primer lugar se seleccionaron los papeles que servirían para las diferentes pruebas: En una primera fase, se escogieron los papeles DINA A4 Extra-Strong, Claire Fontaine 80 g/m² y 110 g/m², papel Joseph 25 g/m² y papel de periódico; en una segunda fase se utilizaron papeles de un libro de 50 años y papeles hechos a mano de lino y algodón de la empresa Paperki. En la última fase, se compraron papeles de algodón de Arches y Fabriano 300 g/m² sobre los cuales, se aplicaron diferentes

técnicas pictóricas (acrílicos, acuarelas, bolígrafos, carboncillo, ceras, grabados, guache, lápices, lápices de colores, óleos, pasteles y tinta china).

Una vez preparados los papeles, se envejecieron aceleradamente con cámaras climáticas de envejecimiento como la QUV Weathering Tester - Model QUV/spray Q-Panel LAB-Products (fig. 4a), la cámara SOL 2 dr. Höle de Metrotec (fig. 4b), la cámara climática CTS modelo C-20/350/S (fig. 4c) y la cámara de foto degradación Bio-Link-BLX-E254.

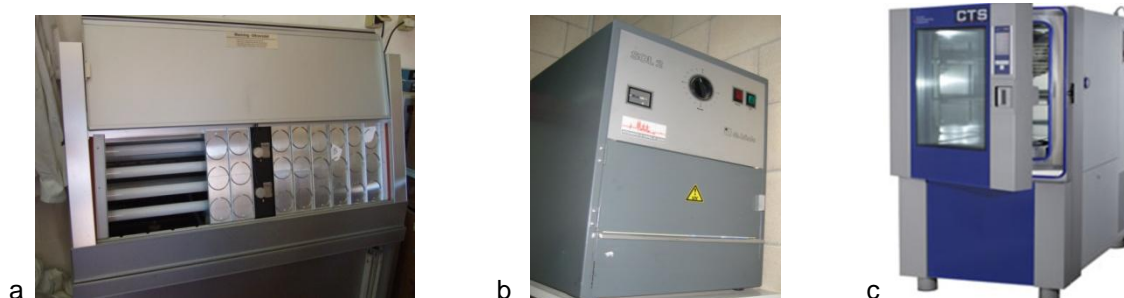


Fig. 4: a) Máquina de envejecimiento del laboratorio de química de La Sapienza de Roma, b) Máquina de envejecimiento del laboratorio de la Facultad de Bellas Artes de Leioa, c) Cámara de envejecimiento⁷⁴ del laboratorio de celulosa y papel del INIA de Madrid.

Los envejecimientos acelerados que se realizaron fueron cuatro: En Roma, con la cámara climática QUV Weathering Tester se aplicó una humedad relativa del 58 %, una temperatura de 45 °C y una longitud de onda (λ) de 310 nm durante 6 horas. También se utilizó un catalizador dióxido de titanio (TiO_2) durante 6 horas en presencia de luz ultravioleta (UVA) a 350 nm. Por último, se envejecieron las hojas con ácido clorhídrico (HCl 0.1 mol/l) durante 30 minutos.

En el laboratorio de Lyon, con la máquina Bio-Link-BLX-E254, se degradaron los papeles durante 12 horas con rayos UVA y también con una solución de dióxido de titanio (TiO_2) y rayos UVA.

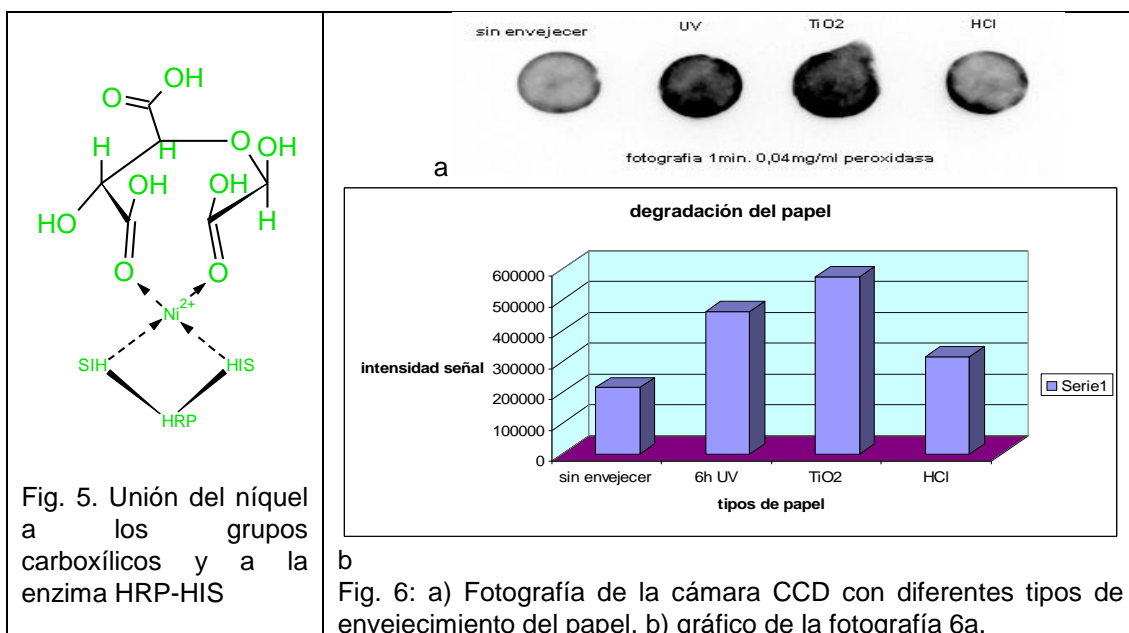
En la facultad de Bellas Artes, en la cámara SOL 2 dr. Höle de Metrotec se envejecieron los papeles con rayos UVA durante diferentes tiempos, de 30 a 250 horas. Algunos papeles se degradaron según la norma UNE 57092-1:2002, con un horno dotado de ventilación a 105 °C durante 24 h.

En el INIA de Madrid, en la Cámara climática CTS, se trataron según la Norma UNE 57092-4 de tratamiento con calor húmedo a 80 °C y 65 % de humedad relativa, durante $(24 \pm 0,25)$ h, $(48 \pm 0,5)$ h, y $(72 \pm 0,75)$ h.

Los métodos científicos de diagnóstico que se manejaron fueron microscopio electrónico de barrido (MEB/SEM) Philips XL, máquinas de infrarrojos transformada de Fourier (FTIR) ^[26], espectrofotómetro de reflectancia y por último, un método enzimático con una cámara digital CCD (Charge Coupled Device) de Fujifilm. Este

⁷⁴ Imagen obtenida de la página <http://www.controltecnica.com/c/equipos/index.htm>

sistema se desarrolló en el laboratorio de Lyon y consiste en aplicar una enzima, la peroxidasa histidina HRP-HIS. El protocolo a seguir es: añadir a cada fragmento 500 μ l de níquel clorado NiCl_2 , que sirve de puente entre los grupos carboxílicos de los papeles oxidados y la enzima HRP-HIS (fig. 5) durante 30 minutos. Luego, se lavan con un 1 ml de tampón VBS (20 min.), para eliminar el exceso de níquel. A continuación, se aplican 500 μ l de la enzima HRP-HIS/ 0,1 μ g/ml en tampón veronal VBS (30 min) y se efectúan dos lavados de 20 min. de 1ml de tampón VBS, para quitar el exceso de enzima. Por último, se procede a la medición con la cámara CCD. Antes de introducir los papeles en esta cámara, se añade una solución de medida compuesta por 1ml de tampón VBS, 5 μ l de agua oxigenada H_2O_2 , 40 μ l de luminol y 20 μ l de p-iodofenol 10 nM. Esta solución produce reacciones de quimiluminiscencia que son plasmadas en fotografías (fig. 6a) gracias a la cámara CCD. En estas fotografías, cuanto más oscuro aparece el papel, hay más enzimas en el papel, lo que quiere decir que existen más grupos carboxílicos en el papel y éste está más oxidado. Estas fotografías son cuantificables y se pueden realizar gráficos (fig. 6b). Este sistema tiene como inconveniente que los resultados varían según la climatología del día.



Una vez desarrollado el método de medida de la degradación enzimática, se investigó un método de consolidación de celulosa mediante enzimas. Se encontraron los artículos “Chemical synthesis of cellulose and cello-oligomers using a hydrolysis enzyme as a catalyst” [17] y “Glycosidase-catalyzed synthesis of oligosaccharides through intermediate analogue substrates” [18], donde sintetizaban celulosa con enzimas hidrolíticas. Este hallazgo sirvió para comenzar la investigación. En un primer

momento, se aplicó la solución enzimática como en el artículo, pero esta solución enzimática tenía varios inconvenientes. Su actividad enzimática variaba según la climatología de cada día y la inmersión prolongada del papel en la solución tenía consecuencias negativas en el estado físico del papel. Por estas razones, se decidió usar un gel para controlar las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, disminuir la velocidad de evaporación del solvente y eliminar la inmersión prolongada del papel. Los geles empleados en restauración suelen ser metilcelulosa, carboximetilcelulosa, agar-agar, etc. Los dos primeros fueron descartados al ser derivados de la celulosa; ya que se desconocía cómo iban a reaccionar mezclados con celulasas. Así que se optó por el gel Agar-agar, basándose en el artículo de Nieves Valentín^[8].

Preparación del gel

La preparación definitiva del gel es la siguiente: En primer lugar, hay que preparar la base del gel con agar al 1 %. La cantidad empleada de gel es de 300 mg de agar (se utilizó el agar ultra-pure y el Agarose I de Amresco) y 30 ml Tampón Acetato (a un pH de 5,5 y una concentración de 0,1 M). Posteriormente, se añade la solución enzimática cuando el gel ha bajado a una temperatura de 35-36 °C. La solución enzimática, preparada por separado, está compuesta por:

- 12 ml de etanol o acetonitrilo
- 3 ml de tampón acetato 0,1 M pH5,5
- 0,750 ml de celulasa⁷⁵ de 5 mg/ml
- 0,750 ml del sustrato beta celobiosa fluorada⁷⁶.

El gel enzimático debe gelificarse y enfriar antes de su utilización. Se debe conservar el gel en el frigorífico, protegido con una hoja impermeable de Mylar, en contacto con el gel, y un papel de aluminio recubriendo el envase para que el gel no se evapore tan rápidamente.

Probetas y tratamiento

Antes del tratamiento, se pesaron los papeles con el fin de poder poner en evidencia las eventuales diferencias de peso antes y después del tratamiento. El gel siempre deberá ser separado del papel con un tejido no tejido que evita el contacto directo del gel con el papel pudiendo dejar restos de gel sobre el papel (fig. 7).

⁷⁵ Celulasa: Para prepararla debíamos dividir por ejemplo el peso (2,4mg) de enzima entre 5(mg/ml), obteniendo 0,48 (ml) que es la cantidad de tampón necesaria.

⁷⁶ Beta celobiosil fluoride 0,1M es:0,750ml x 0,1M x 344PM= 25,8mg

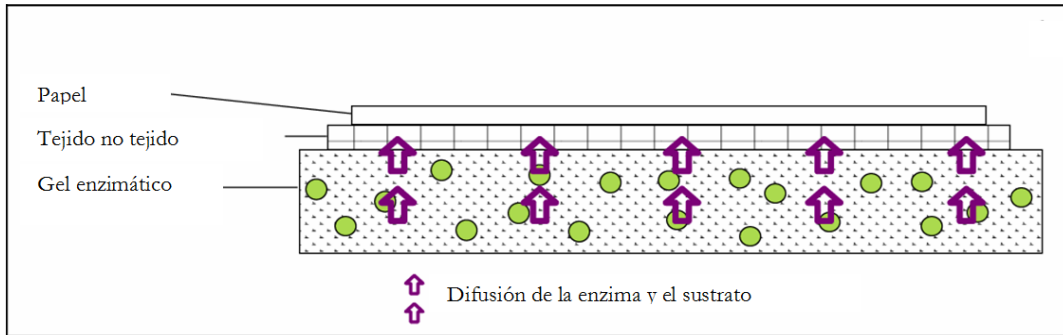


Fig. 7: Esquema de las diferentes partes del tratamiento y el sentido de la difusión de la enzima.

El tratamiento con el gel dura dos horas a una temperatura entre 5-15 °C. Durante este tiempo hay que estar atento a la impregnación homogénea de la solución enzimática del gel. En algunas ocasiones los papeles se embebían heterogéneamente, curvándose por algunas zonas. Para evitar este fenómeno, se puede colocar un ligero peso sobre el papel para poner en contacto toda la superficie del papel con el gel. Este tratamiento se puede realizar bajo una campana de succión para evitar respirar los vapores del etanol o acetonitrilo cuando se evaporan y eliminar cualquier toxicidad. Este método es menos perjudicial para el restaurador pero acelera la evaporación del disolvente.

Lavados inhibidores del tratamiento

La búsqueda de un inhibidor eficaz para las enzimas del gel, era muy importante porque tras el tratamiento y la evaporación del disolvente, las enzimas podían trabajar como hidrolasas y degradar el papel. Tras diferentes pruebas, se determinó que el mejor lavado era el de colocar el papel tratado entre papeles secantes embebidos de etanol al 1% en tampón acetato (fig. 8).

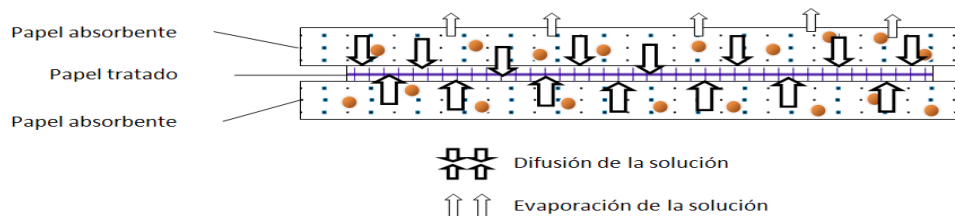


Fig. 8: Esquema del lavado con papeles secantes.

Resultados y discusión

Solución enzimática

Los primeros resultados de la solución enzimática mostraban que la actividad enzimática variaba según la climatología de cada día (temperatura ambiente, humedad relativa). Por esta razón, se decidió usar un gel para controlar las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa, y disminuir la velocidad de evaporación del disolvente. A pesar de las variaciones en los resultados, muchos de ellos son positivos. Se puede observar en los gráficos (fig. 9a), según el test enzimático HRP-His y la cámara CCD (fig. 9b), que existe una disminución de la intensidad de la señal y por lo tanto hay una mejora del estado de los papeles tratados con la solución enzimática.

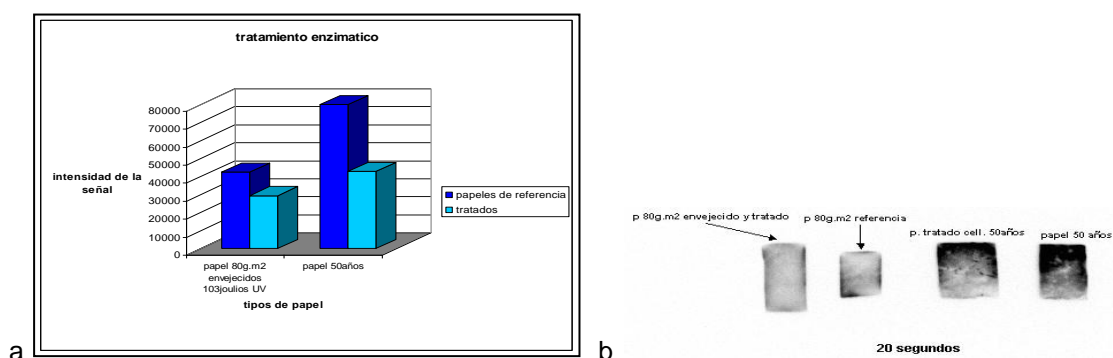


Fig. 9: a) gráfico de los resultados del tratamiento enzimático; existe una mejoría del estado del papel y por lo tanto un aumento de los enlaces glucosídicos, b) fotografía de la cámara CCD.

Para verificar que estos resultados fueran ciertos, se realizaron diferentes fotografías de microscopía electrónica de barrido (MEB/SEM) (fig. 10a, 10b). Estas fotografías muestran una clara mejora del estado físico de las fibras.

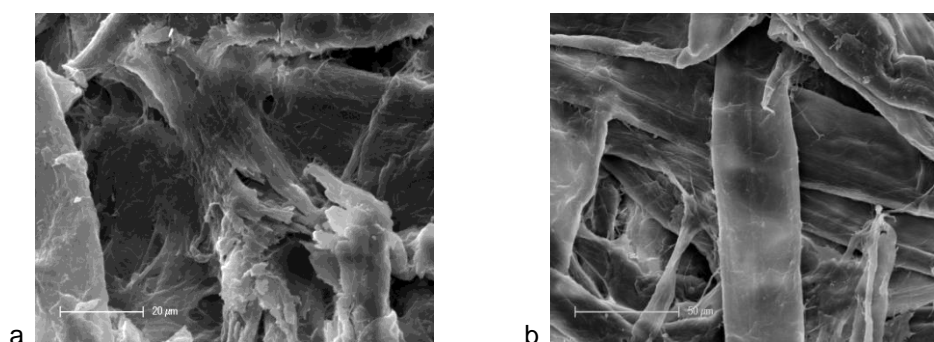


Fig. 10: a) Fotografía MEB antes del tratamiento enzimático de la fibra, b) Fotografía de la fibra tratada con la solución enzimática.

Posteriormente, durante la investigación, se intentó mejorar la solución enzimática realizando diferentes pruebas. Para ello, en primer lugar se sustituyó la enzima

celulasa por una proteína placebo *Album de Bovine serum* (Sigma-Aldrich) y se observó que efectivamente era la enzima la que consolidaba el papel. En segundo lugar, se buscó la mejor enzima para la solución. Se comparó entre la celulasa de Sigma y la de Fluka, y se comprobó que la de Sigma daba mejores resultados. En pruebas sucesivas, se variaron las proporciones de disolvente y tampón (100 μ l de acetonitrilo y 400 μ l de tampón acetato, 200 μ l de acetonitrilo y 300 μ l de tampón acetato) y se comprobó que la mejor proporción era la del artículo de Kobayashi ^[17,18] (400 μ l de acetonitrilo y 100 μ l de tampón acetato).

Gel enzimático

Los inconvenientes de la solución enzimática, como se ha mencionado anteriormente, eran que su actividad enzimática variaba según la climatología de cada día y que la inmersión prolongada del papel en la solución tenía consecuencias negativas en el estado físico de éste. Por estos motivos, se añadió a la solución enzimática, un gel que controlase los factores externos y evaporación excesiva del disolvente y, eliminase la inmersión prolongada del papel.

Al igual que en la solución enzimática, se realizaron diferentes comprobaciones: se vertió la solución enzimática al gel, cuando aún estaba demasiado caliente y se observó que esta mala preparación del gel enzimático podía deteriorar el papel (fig. 11).



Fig. 11: Fotografía con cámara CCD. La mala realización del gel provoca el deterioro del papel.

En segundo lugar, se investigó si el gel funcionaba mejor en una atmósfera cerrada o abierta. Los resultados demostraron que el gel funcionaba mejor en una atmósfera abierta (fig. 12). Posteriormente, se comparó un papel separado del gel con un tejido no tejido y otro tratado directamente sobre el gel. Los resultados mostraron que el tratamiento era más efectivo con el tejido no tejido (fig.13). También se averiguó que el gel era más estable si se mezclaba con tampón acetato (Tp Ac) en vez de agua (fig. 14). El gel como máximo sólo se podía utilizar dos días y además podíamos fabricarlo con etanol en vez de acetonitrilo (fig. 15). De esta manera se disminuía la toxicidad del tratamiento.

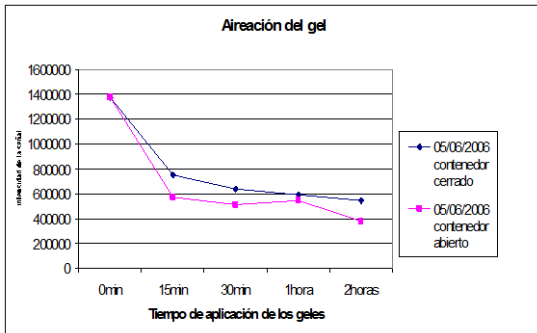


Fig. 12: Gráfico de la aplicación del gel en atmosfera abierta y cerrada. El contenedor abierto tiene mejor resultados porque la intensidad de la señal es menor y por lo tanto existen menos grupos carboxílicos.

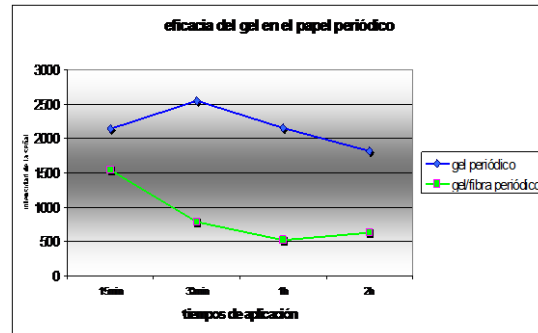


Fig. 13: Gráfico de un papel de periódico tratado con y sin Reemay. Sorprendentemente, los resultados del tratamiento con Reemay son bastante mejores que sin él. La intensidad de la señal es menor y por tanto, el estado del papel es mejor.

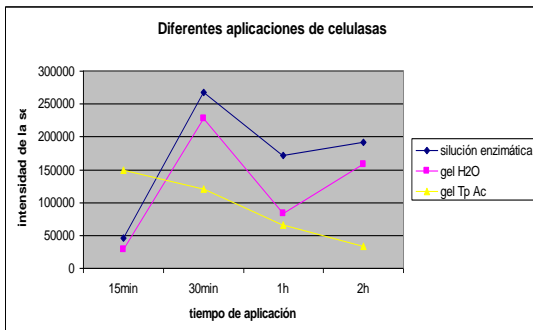


Fig. 14: Gráfico que compara la efectividad de diferentes gels preparados con agua y tampón acetato.

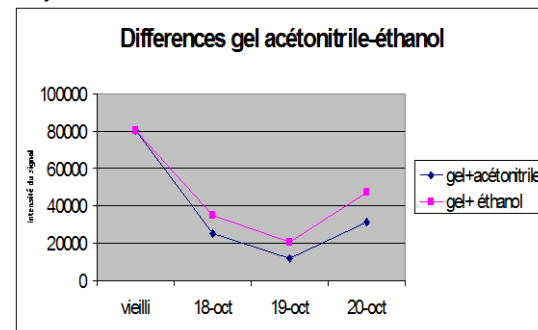


Fig. 15: Gráfico de dos gels preparados con diferentes disolventes. Los dos gels reparan el papel, pero el de acetonitrilo repara más.

Estos resultados (fig.15) fueron comparados con los de los test mecánicos (fig.16) y diversas fotografías de microscopio electrónico (fig. 17). En todos ellos se puede ver que el gel preparado con la solución con acetonitrilo, tiene mejor resultado que el de etanol. No obstante, el gel con etanol también repara el papel y casi es inocuo para el restaurador. Por este motivo fue escogido.

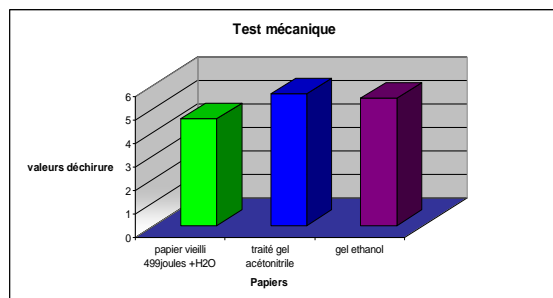


Fig. 16: Gráfico de los resultados de los test mecánicos de los papeles tratados con los dos gels (gel de acetonitrilo y de etanol).

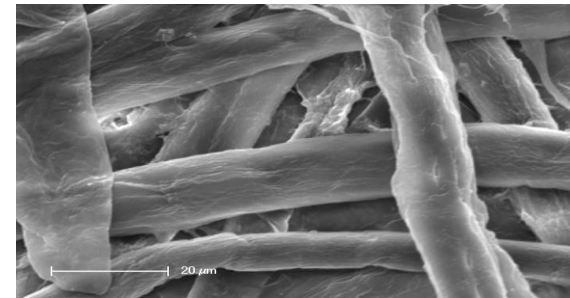


Fig. 17: Fotografía MEB de unas fibras después del tratamiento con el gel fabricado con etanol.

Los lavados

En cuanto a los lavados, al principio, se realizaron unos simples lavados de etanol al 1% en tampón fosfato pH 8 y 0,1 M durante diez minutos y dos lavados con agua destilada. Otro tipo de lavado fue la aplicación de D-cellobiose ^[27] a una concentración de 10mM⁷⁷. Esta sustancia es un inhibidor que puede ser producido por las propias celulasas. En otra fase de la investigación, se decidió comparar diferentes lavados para conocer el más adecuado para el tratamiento:

- 1- Etanol al 1% en tampón acetato (3 lavados).
- 2- Etanol al 1% en tampón acetato, entre papeles secantes (fig. 8).
- 3- D-cellobiose 10 mM=342 mg en 100 ml.
- 4- D-cellobiose 50 mM=1,710 g en 100ml.
- 5- Tpool 3%.
- 6- Sólo etanol en papel secante.
- 7- Hipoclorito de sodio.
- 8- Hiposulfito sódico al 3% (1,5 g en 50 ml H₂O).

Los resultados de los test mecánicos revelan que casi todos los lavados tienen un aumento de su resistencia mecánica (fig. 18) excepto el lavado 7, hiposulfito sódico. También se observa que todos los lavados aumentan su resistencia al alargamiento excepto el lavado 7 y el 2 (etanol al 1% en tampón acetato). Este dato suele estar relacionado con el deterioro del papel, es decir que cuanto más deteriorado está el papel, su resistencia al alargamiento aumenta. Por este motivo el mejor lavado resultó ser el 2.

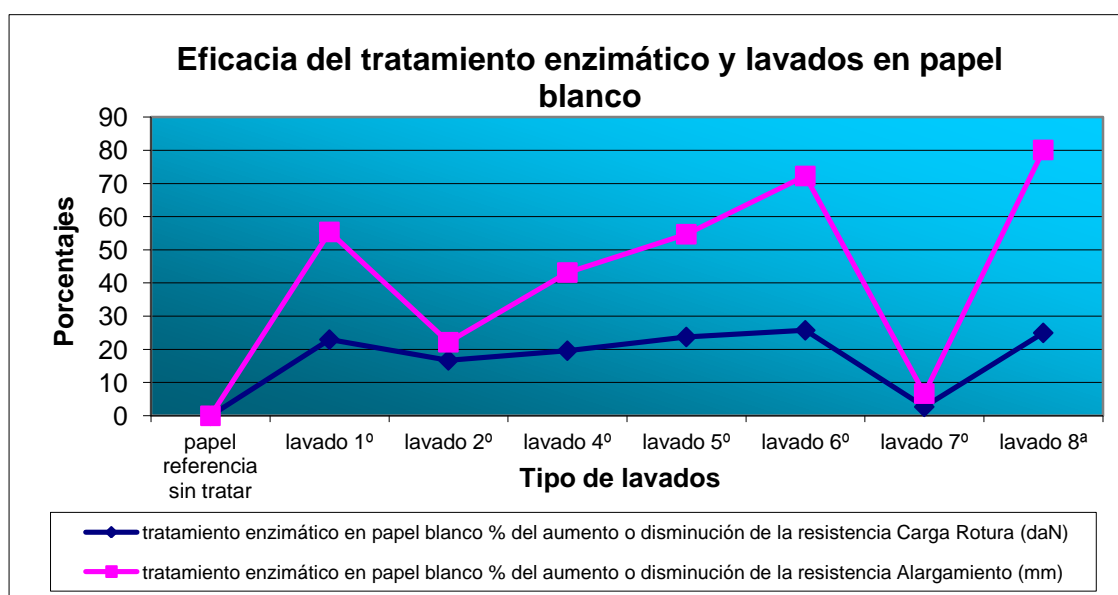


Fig. 18: Gráfico de los test mecánicos de los papeles lavados de diferente manera. El lavado 2 es el más adecuado para el tratamiento enzimático porque aumenta su resistencia mecánica y no mucho su resistencia al alargamiento.

⁷⁷ 100ml de solución D-cellobiose: 342mg en 100ml de H₂O.

Estos datos fueron comparados con las fotografías MEB para mostrar las diferencias entre una fibra sin tratar y estos dos lavados (fig. 19, 20). Se realizaron espectrofotometrías de reflectancia para observar las variaciones del color en los papeles tratados. Los resultados mostraron una muy leve disminución del factor de reflectancia causada por los lavados. Por lo tanto, el tratamiento no afecta al color de los papeles y en libros muy envejecidos incluso mejora la blancura del papel (fig. 21).

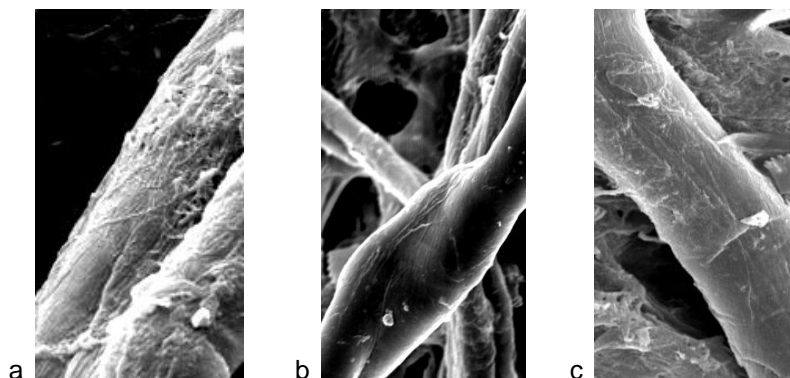


Fig. 19: fibra de algodón a) sin tratar, b) tratada con el gel de etanol y lavada con etanol al 1% en tampón acetato, c) tratada con el gel de etanol y lavada con hiposulfito sódico al 3%.

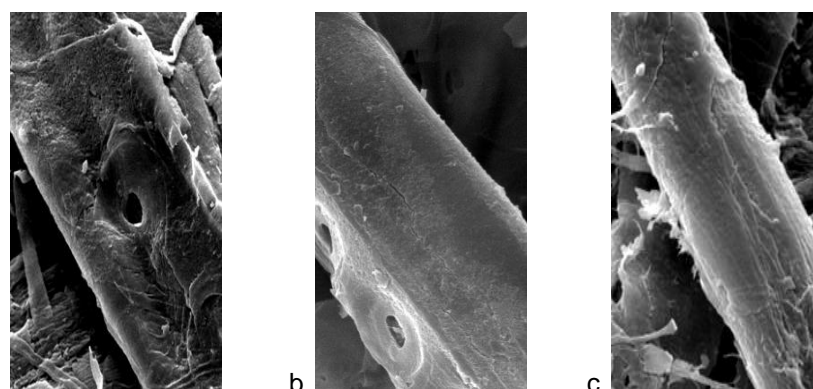


Fig. 20: fibra de un papel de 50 años a) sin tratar, b) tratada con el gel de etanol y lavada con etanol al 1% en tampón acetato, c) tratada con el gel de etanol y lavada con hiposulfito sódico al 3%.

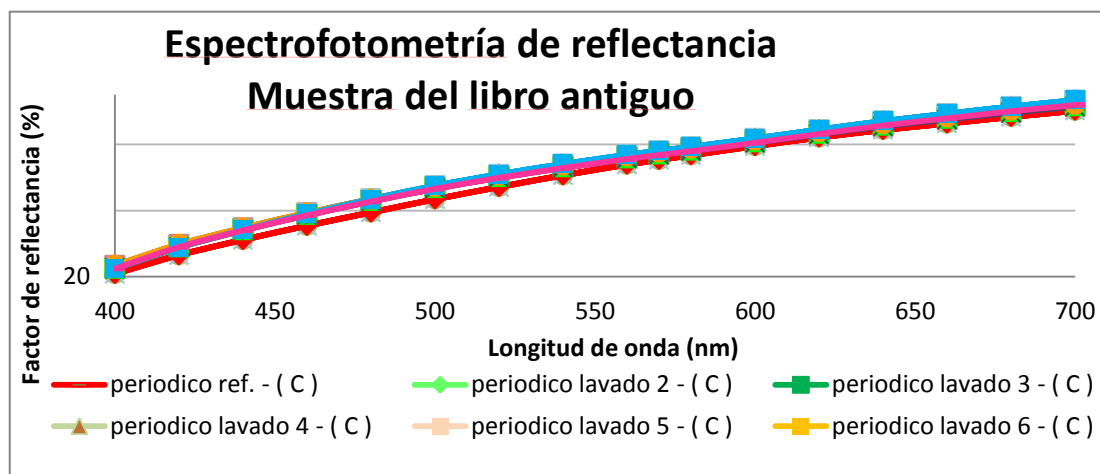


Fig. 21: Resultados de la espectrofotometría de reflectancia. El tratamiento no afecta al papel.

Estado del papel a través del tiempo

Después de un año de tratamiento, los papeles se sometieron a diferentes pruebas - fotografías MEB (fig. 22) y FTIR ^[28] (fig. 23)-, para comprobar la durabilidad de este tratamiento a lo largo del tiempo.

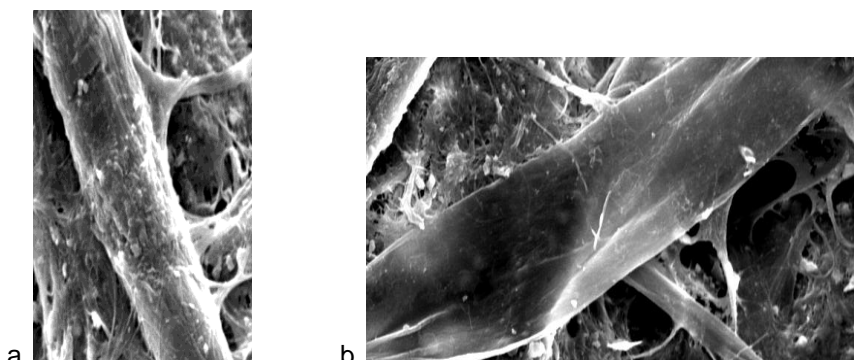


Fig. 22: Fibra de un dibujo de lápices de colores, a) sin tratar, b) tratada. La fibra sin tratar aparece craquelada y reseca. La fibra tratada, aparece más lisa y en mejor estado físico.

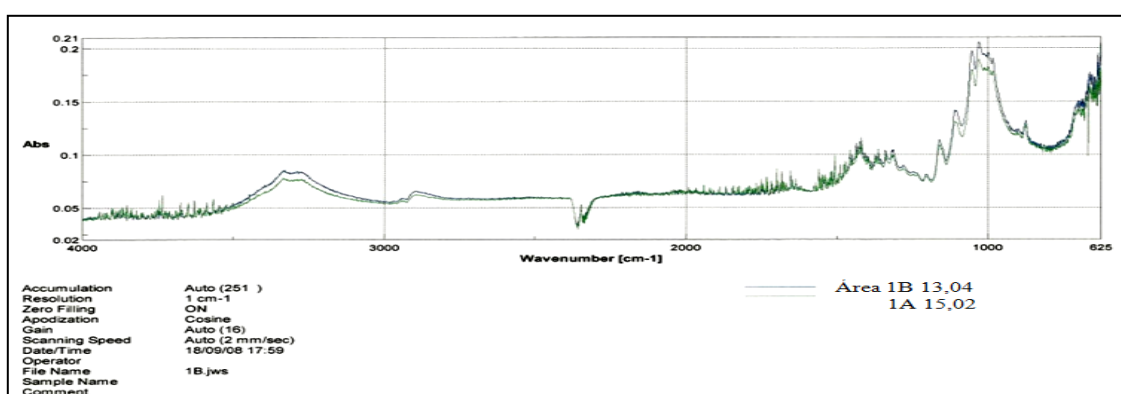


Fig. 23: Espectro IR donde se comparan y miden las áreas de los grupos éter (banda de vibración 1050 y 1160 cm^{-1}). Cuanto mayor es el área (1 A), menos degradado está el papel.

En las fotografías MEB, se observa que la fibra tratada aparece con mejor estado físico que la no tratada. No obstante, tanto la fibra tratada como la no tratada están sucias porque durante ese año se ha tratado de no conservarlas de forma correcta para aumentar su degradación. Estas fotografías fueron comparadas con el espectro IR de las dos muestras. El área medida en los dos espectros es el de los grupos éter (-C-O-C-). Cuanto mayor es esta área, menos degradado está el papel. El papel tratado (1A) posee mayor área (15,02) y por lo tanto está menos degradado que el no tratado (1B 13,04). Se confirma que los papeles fueron reparados y reforzados un año antes y que después de ese tiempo, el papel consolidado no ha sufrido un envejecimiento superior al no tratado.

Conclusiones

El estudio profundo de las enzimas ha servido para entender su funcionamiento, correcto manejo y guiarnos hacia el desarrollo de esta investigación. El estudio del papel ayuda a entender su composición, posibles inhibidores de las enzimas, envejecimiento e inconvenientes de su consolidación.

Se ha desarrollado un método enzimático para conocer la degradación del papel. No obstante, la variación de sus resultados depende de los factores externos, y esto hace que sea necesario contrastar los resultados con otras técnicas de diagnóstico.

Por último se consigue la consolidación de celulosa con enzimas. Este sistema permanece estable a través del tiempo. Se ha podido sustituir el disolvente acetonitrilo por etanol, lo que le hace un método casi inocuo. Cuanto más envejecido está el papel, mejor funciona el tratamiento. No obstante, es necesario maximizar las precauciones a la hora de fabricarlo, aplicarlo y realizar los lavados.

Bibliografía

- 1 SHERIDAN, J.: "Enzymes, as they relate to the conservator of paintings", *Exposition of painting conservation, Brooklyn Museum*, 1962.
- 2 WENDELBO, O., FOSSE, B.: "Protein "Surgey" A Restoring Procedure Applied on Paper", *Restaurator press*. Vol. 1 (1970) pp. 245-248.
- 3 BANIK, G.: "Removal of Starch paste adhesives and relinings from paper vased objects by means of Enzyme poultices", en *Materiali tradizionali ed innovativi nella pulitura dei dipinti e delle opere policrome mobili: atti del primo congresso internazionale colore e conservazione, Piazzola su Brenta (PD), 25-26 ottobre 2002*, Padova: Il Prato, 2003, pp. 33-38.
- 4 BANIK, G., CREMONESI, P., LA CHAPELLE, A., MONTALBANO, L.: *Nuove metodologie nel restauro del materiale cartaceo*, Padova: Il Prato, 2003.
- 5 LA CHAPELLE, A.; CHOISY, P.; GALLO, F.; LEGOY, D.: "Emploi d'amylases et de protéases pour la restauration d'arts graphiques", en *Materiali tradizionali ed innovativi nella pulitura dei dipinti e delle opere policrome mobili: atti del primo congresso internazionale colore e conservazione, Piazzola su Brenta (PD), 25-26 ottobre 2002*, Padova: Il Prato, 2003.
- 6 CREMONESI, P.: *L'uso degli enzimi nella pulitura di opere policrome*, Padova: Il Prato, 2002.
- 7 BELLUCCI, R., CREMONESI, P., PIGNAGNOLI, G.: "A preliminary note on the use of enzymes in conservation: the removal of aged acrylic resin coatings with lipase", *Studies in conservation*. Vol. 44 (1999) pp. 278-281.

- 8 VALENTIN, N. *et al.*: "Analyses of deteriorated Spanish glass windows: cleaning methods using gel systems", en *11th ICOM Triennial meeting, Edinburgh, 1-6 September 1996*, Paris: ICOM, 1996, pp. 851-856.
- 9 BLASCO, I., DE LA VIÑA, S., SAN ANDRÉS, M.: "La utilización de enzimas proteolíticas en procesos de limpieza de policromías. Importancia de la realización de estudios previos de caracterización de los preparados enzimáticos", en *XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Murcia: 2004, pp. 203-212.
- 10 BLASCO, I., DE LA VIÑA, S., SAN ANDRÉS, M.: "Fundamentos y antecedentes de la utilización de enzimas en tratamientos de limpieza", *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*. 53 (2005) pp. 24-34.
- 11 BAKER, C. A. : "Methylcellulose et carboxymethylcellulose sodique: Étude par vieillissement accéléré des propriétés pour la conservation du papier", en *IIC X Congrès International, Paris, 2-7 Septembre 1984*, Paris: SFIIC, 1984, pp. 53-57.
- 12 CHAWLA, P. R., *et al.*: "Microbial Cellulose: Fermentative Production and Applications", *Food Technology Biotechnology*. Vol. 47 n°2 (2009) pp. 107-124.
- 13 MÉNDEZ, M., MEMBRILLO, J.: "Mecanismos moleculares de la síntesis de celulosa en bacterias", *Revista Especializada en Ciencias Químico – Biológicas*. Vol. 7 n° 001 (2004) pp. 26-34.
- 14 CHÁVEZ-PACHECO, J. L., *et al.* : "Celulosa bacteriana en *Gluconacetobacter Xylinum*: Biosíntesis y Aplicación", *Revista Especializada en Ciencias Químico – Biológicas*. Vol. 7 n° 001 (2004) pp. 18-25.
- 15 SHODA, M., SUGANO, Y.: "Recent Advances in Bacterial Cellulose Production", *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. Vol.10 n°1 (2005) pp. 1-8.
- 16 <http://www.botany.utexas.edu/facstaff/facpages/mbrown/ongres/tpires/cellulose.htm>
- 17 KOBAYASHI, S., SHODA, S.: "Chemical synthesis of cellulose and cello-oligomers using a hydrolysis enzyme as a catalyst", *Int. J. Biol. Macromol.* Vol. 17 n° 6 (1995) pp. 373-379.
- 18 SHODA, S., FUJITA, M., KOBAYASHI, S.: "Glycanase-catalyzed synthesis of non-natural oligosaccharides", *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*. Vol.10 n° 54 (1998) pp. 279-289.
- 19 SHODA, S., KOHRI, M., KOBAYASHI, S.: "Glycosidase-catalyzed synthesis of oligosaccharides through intermediate analogue substrates", *Chemistry and Biology Research Signpost Kerala* (2005).
- 20 BRANDT, A-C. : *La désacidification de masse du papier. Étude comparative des procédés existants*, Paris: Bibliothèque Nationale, 1992.

- 21 DEL CASTILLO NEGRETE, M.: *Estudio comparativo de los efectos que tienen los consolidantes sobre el papel*, Restauración y Museografía, México: Escuela Nacional de Conservación, 1995.
- 22 ZAPPALÀ, A.: *Introduzione agli interventi di restauro conservativo dei beni culturali catacei*, Udine: Del Bianco, 1990.
- 23 GOMEZ URQUIZA, M., HUERTA CORIA, R.: *Papel. Efecto de tres consolidantes sobre la celulosa*, Restauración y Museografía, México: Escuela Nacional de Conservación, 1980.
- 24 HOLDEN ELLIS, M.: *The care of Prints and Drawings*, Walnut Creek (UK): Altamira, 1995.
- 25 RICHARDIN, P., LEROY, M., LECLERC, F., BONNASSIES, S.: "Etude de la Stabilité d'un produit de doublage de documents : l'Area Bonded Fibre", *Nouvelles de l'ARSAG*. N° 4 (1988) pp. 7-8.
- 26 JAMES, C., CORRIGAN, C., ENSHAIAN, M. C., GRECA, MR.: *Manuale per la conservazione e il restauro di disegni e stampe antichi*, Firenze: Leo S. Olschki, 1991.
- 27 http://www.sigmaaldrich.com/catalog/ProductDetail.do?N4=22150|FLUKA&N5=SEARCH_CONCAT_PNO|BRAND_KEY&F=SPEC
- 28 GÓMEZ, M. L.: *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de Obras de Arte*, Madrid: Cátedra, 2004.

Autor

Alicia de Lera Santín, se licenció en Bellas Artes en 2004. En 2005, consigue la beca de la Real Academia de España en Roma que le permite comenzar su tesis sobre *Aplicaciones enzimáticas en conservación y restauración de obras de arte. Consolidación de celulosa*, en la Universidad de La Sapienza. En 2006, obtiene la beca de La Caixa para proseguir con sus investigaciones en el laboratorio de Génie Enzymatique et Biomoléculaire UMR CNRS 5013. Bat. CPE - Université Claude Bernard Lyon 1. En 2006, obtiene el DEA y la beca predoctoral del Gobierno Vasco (2006-2010). En 2011, se doctora con sobresaliente CUM LAUDE y le dan la beca posdoctoral del Gobierno Vasco para trabajar en la Universidad de la Sorbona1, el C2RMF y el laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH). E-mail: alilera_10@hotmail.com

NUEVAS TÉCNICAS DE BÚSQUEDA DE RECURSOS EN CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

Teresa Fernández Fernández

Esta ponencia, dirigida a estudiantes universitarios o a recién licenciados, recoge algunas claves para la obtención de recursos y de fuentes de financiación en el mundo de la conservación-restauración de Patrimonio para autónomos, trabajadores por cuenta ajena e investigadores.

This paper, addressed to college students or recent graduates, collects some keys to obtain resources and funding sources in the world of conservation and restoration of Heritage for autonomous, employed workers and researchers.

*Conservación, Restauración, Patrimonio, financiación, recursos, técnicas
Conservation, Restoration, Heritage, funding, resources, techniques*

Introducción

Esta contribución aporta algunas pautas que he podido observar a lo largo de mi carrera profesional para poder conseguir financiación en el mundo de la conservación-restauración de Patrimonio, al haber tenido la oportunidad de ejercer la profesión como autónomo, como trabajador por cuenta ajena y como investigador. La importancia de los proyectos de investigación, innovación y desarrollo para el entorno empresarial y para los profesionales de conservación-restauración, es vital. Por lo tanto, la colaboración entre todos los agentes implicados (universidad, empresa y profesionales) debiera de ser esencial, ya que además la línea que divide al empresario, al asalariado y al investigador es muy tenue, dado que son unos perfiles que pueden cabalgar sucesivamente o incluso solapados. Sea cual fuere el caso, nunca se debe perder de vista que las actuaciones para la salvaguarda del Patrimonio tienen que respetar el código deontológico de la profesión, y que, en la mayor parte de ocasiones, además, debe de haber un capital económico que las sufrague.

Objetivos

La finalidad principal que se persigue es la de establecer unas pautas útiles para localizar fuentes de financiación en conservación-restauración, tanto para estudiantes universitarios o recién licenciados interesados en el autoempleo como para aquellos que quieran desarrollar su carrera por cuenta ajena o en el mundo de la investigación.

Nuevas técnicas de búsqueda de recursos

Consideraciones previas

Para desarrollar una carrera profesional en conservación-restauración, esencialmente como empresario o como autónomo, sería conveniente tener en cuenta, con anterioridad, una serie de acciones:

1. Informarnos sobre licencias, certificaciones y cualquier otra documentación administrativa y/ o legal que sea pertinente (por ejemplo, las gestiones de índole fiscal o sanitario requeridas para ser autónomos, para la fundación de sociedades -S.L., S.A.,...-, etc.), y tramitar aquélla que se considere necesaria, siempre valorando las ventajas y desventajas de cada una de las opciones.
2. Determinar el tipo de servicio, de producto o el proyecto concreto que se va a ofrecer, generalmente, en función de la formación de las personas que vayan a participar en su desarrollo. Por ejemplo, la realización de diferentes servicios de restauración de bienes muebles y/o inmuebles, las rehabilitaciones integrales, el asesoramiento, o el fotografiado de obras de arte, entre otros.
3. Establecer los recursos y los medios reales o potenciales que se poseen para ofrecer trabajos de calidad (local e instalaciones, material fungible e inventariable, personal fijo o eventual, capital económico, proveedores, contacto con profesionales de prestigio, transporte y embalaje de obras, tramitación de seguros, trabajo *in situ* o en taller, etc.).
4. Definir el tipo de clientes a los que van a estar dirigidos nuestros servicios y valorar sus necesidades: administraciones públicas, entidades privadas, particulares, etc.
5. Concretar la metodología que se va a emplear para que los clientes potenciales conozcan nuestros servicios y propuestas (páginas web, redes sociales, dossieres, *mailing*, contactos en instituciones, etc.).
6. Localizar el trabajo real o potencial según el volumen de negocio que se pueda abarcar (capital económico y personal que se puede gestionar con los recursos disponibles, etc.).

De este modo, aparte de valorar estas premisas, siempre hay que tener presente que se tiene que ofrecer un buen servicio, de calidad, y a unos precios competitivos acordes con el mercado, algo necesario para la consecución de cualquier trabajo en el campo de la conservación-restauración de Bienes Culturales (BBCC).

Fuentes de recursos

Una de las claves principales para conseguir una financiación y sufragar así algunos proyectos o trabajos, son los clientes, por lo que se ha creído conveniente distinguirlos en dos grupos, uno perteneciente al terreno privado y el otro al público, aunque en ocasiones, como se verá más adelante, podría haber patrocinadores mixtos.

Entidades privadas y particulares

Las necesidades de conservar y/o restaurar obras en el ámbito privado pueden ser resueltas, siendo el propio cliente/ propietario quien costee el proyecto. En este caso, y como se ha citado con anterioridad, es imprescindible que se conozca quiénes somos (formación,...), nuestra trayectoria profesional (trabajos anteriores,...) y los servicios que ofrecemos (restauración de bienes muebles: libros y documentos, pintura mural, sobre lienzo, sobre madera, piedra, cerámica,...; restauración de bienes inmuebles,...). De esta manera, en el momento en que el cliente potencial considere oportuno realizar la inversión, podría valorar nuestro perfil profesional, y además, podríamos tener la ocasión de realizar una oferta económica y/o un informe técnico de los trabajos que habría que desempeñar.

En este sentido, el conservador- restaurador debiera de aprovechar y optimizar el uso de las nuevas tecnologías, entendidas como la manera más rápida y directa de dar a conocer nuestros servicios hasta fuera del territorio nacional. Por ello, se considera efectiva la creación de una página web, así como valorar su traducción a diferentes idiomas en función de los territorios a los que se quiera hacer llegar (en euskera, inglés, árabe, etc.). En la misma línea, la publicación de novedades en las redes sociales, la creación de un *mailing list* para comunicar los principales eventos, o la difusión de dossieres digitales, también pueden ser otras herramientas ágiles para dar difusión a nuestro trabajo. Estas nuevas vías de comunicación, comúnmente manejadas por un sector mayoritariamente joven de la población, no siempre son efectivas si se quiere llegar a una clientela más madura. Por lo tanto, y siempre dependiendo de los casos, no hay que descartar el uso de una publicidad más tradicional para dar a conocer nuestras actividades. Siendo los dossieres impresos, los folletos que aglutinen la experiencia y el trabajo ofertado, o las visitas presenciales con los responsables de los fondos algunas de las herramientas que nos proporcionarían un contacto más directo con el cliente. Aunque en este caso, se debe analizar el importe económico que esta opción conlleva, ya que se aumentan considerablemente los costes y no siempre se obtiene el trabajo deseado.

Por su parte, existen clientes o propietarios que, aún teniendo las necesidades de conservar o restaurar su Patrimonio, no poseen los recursos económicos suficientes

para costear el proyecto de conservación-restauración del mismo. En este caso, es interesante resaltar el patrocinio de grandes entidades, fundaciones o empresas privadas de otros ámbitos profesionales que entre sus cometidos estaría el de financiar la conservación-restauración de determinados BBCC. Cabe citar, por ejemplo, el proceso de rehabilitación de distintas zonas del Monasterio de Yuso (ubicado en San Millán de la Cogolla, La Rioja, y declarado Patrimonio de la Humanidad en 1997), que se ha desarrollado gracias al mecenazgo de varios organismos. Es el caso de la restauración del refectorio mayor que ha tenido como benefactor al grupo Ferrovial (con 424.000 €)⁷⁸, o la rehabilitación de la iglesia que ha sido sufragada por la Fundación San Millán (con 2.000.000 €), la Fundación Caja Madrid (con 2.000.000 €) y la Orden de los Agustinos Recoletos (con 600.000 €)⁷⁹. Concretamente, la Fundación San Millán tiene a su vez como patrocinadores a un nutrido grupo de empresas de índole variopinta: supermercados, autopista, bodegas, cajas de ahorros, industrias del calzado, constructoras, etc. Y entre las entidades que han contribuido a este mecenazgo, la Fundación Caja Madrid, destaca porque aparte de esta importante contribución para la restauración en este enclave riojano, tiene un papel muy significativo a nivel nacional. Y “desde su creación en 1991, la Fundación Caja Madrid orientó una parte de su actividad y recursos a la conservación del Patrimonio Artístico Español. Desde entonces se han destinado a este programa más de 194 millones de euros, lo cual convierte a la Fundación Caja Madrid en la institución privada sin ánimo de lucro que más atención dedica al patrimonio histórico en España.”⁸⁰ Por consiguiente, se puede considerar a esta Institución como una de las más importantes bienhechoras de la conservación-restauración de obras de arte a nivel nacional.

Aparte de esta obtención de recursos de forma directa, como se ha venido describiendo, otra manera para que la investigación e innovación sea atractiva para las empresas, económicamente hablando, corresponde con la financiación indirecta, entendida ésta como las deducciones fiscales y las bonificaciones a la Seguridad Social que las sociedades pueden ver reducidas según su inversión en Investigación +

⁷⁸ Información extraída de la web del Monasterio de Yuso: <http://monasteriodeyuso.wordpress.com/2009/12/20/ferrovial-financia-la-restauracion-del-refectorio-de-yuso/> [Consulta: 23 mayo 2011]

⁷⁹ Información recogida en la “revista del arte” [en línea]: <http://www.revistadearte.com/2011/01/25/restauracion-del-monasterio-de-yuso-tras-una-inversion-de-46-millones-de-euros/> [Consulta: 23 mayo 2011]
http://www.fundacioncajamadrid.es/Fundacion/Comunes/fun_cruce/0,0,72011,00.html [Consulta: 23 mayo 2011]

⁸⁰ <http://www.revistadearte.com/2011/03/07/premio-a-la-conservacion-del-patrimonio-historico-a-caja-madrid/> [Consulta: 23 mayo 2011]

Desarrollo + innovación (I+D+i)⁸¹. En general, a través de esta vía, se puede disminuir el coste del Impuesto de Sociedades, como se recoge en “el Real Decreto Legislativo 4/2004 de 5 de marzo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Impuesto de Sociedades y, concretamente, el artículo 35 (Deducciones por actividades de investigación y desarrollo e innovación tecnológica), actualizado según la Ley 4/2008 (artículo 1, apartado 7)”⁸². Estas exenciones se aplican en todas las Comunidades Autónomas, pero en el País Vasco y en Navarra existen algunas divergencias fiscales, siendo necesario valorar estas diferencias si nuestro ámbito de trabajo va a ser desarrollado en estas zonas. Y siguiendo con las indicaciones marcadas por las Cámaras de Comercio, para que las pequeñas y medianas empresas logren estas reducciones, necesariamente, deben calificar sus actuaciones en I+D+i. En resumen, los procedimientos para lograrlo pueden ser dos⁸³, uno denominado “vía tradicional”, que consiste en elaborar los documentos que verifican la inversión en I+D+i por parte de la propia empresa que los lleva a cabo, a partir de los cuales se solicita la desgravación directamente a la Agencia Tributaria, un método que puede acarrear a la compañía algunas dificultades cuando Hacienda le requiera los datos concretos sobre las inversiones en el proyecto I+D+i. La otra forma de justificación, designada “vía informe motivado”, implica que el Ministerio de Ciencia y tecnología (MICINN), el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) o las entidades certificadoras acreditadas por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) proporcionen un informe técnico, previamente solicitado por la sociedad, que no será cuestionado por Hacienda a la hora de aplicar las deducciones fiscales. Además de estos descuentos es posible conseguir otro tipo de beneficios para las corporaciones, concretamente, el ahorro del 40% de la Seguridad Social de aquel personal perteneciente a los grupos de cotización 1, 2, 3 y 4, que esté dedicado en exclusiva al desarrollo de un proyecto I+D+i⁸⁴. Esta reducción, recogida en el Real Decreto 278/2007, no es compatible con la del Impuesto de Sociedades descrito anteriormente, pero comparte con ella que puede ser acreditada gracias a un informe motivado obtenido a partir de una Certificación del Personal Investigador emitida por una Entidad de Certificación⁸⁵.

⁸¹ Información extraída de la web: <http://www.innocamaras.org/metaspaces/portal/13626/13776-fiscalidad-y-certificacion?pms=1,14007,14262004,view,normal,0>, en la que se puede encontrar más información al respecto [Consulta: 24 mayo 2011]

⁸² *Ibidem*

⁸³ *Ibidem*

⁸⁴ *Ibidem*

⁸⁵ *Ibidem*

Administraciones públicas

En general, las principales pautas a seguir para la gestión de una ayuda o un proyecto financiado con fondos públicos se resumen a continuación:

1. Localización de las convocatorias de subvenciones, ayudas o contratos públicos que sean de interés, y valoración de nuestra candidatura (si se cumplen los requisitos, si las condiciones se adecúan a las circunstancias,...).
2. Envío de solicitud con la documentación pertinente para cada caso que, esencialmente, estaría compuesta por la de tipo administrativo -con las credenciales para identificar a la persona, al grupo o a la entidad solicitante-; por la de tipo técnico -con el proyecto para el que se solicita la dotación (antecedentes, objetivos, metodología, planificación temporal,...)-; y por la de tipo económico -con la descripción del presupuesto (recursos necesarios para costear el personal, subcontrataciones, material fungible e inventariable, dietas y otros gastos)-.

Para remitir esta solicitud a nivel nacional, en la mayoría de los casos, se puede presentar por vía telemática, siendo necesario que el solicitante disponga de una firma electrónica válida en el plazo pertinente.

3. Evaluación de la propuesta remitida, por la que el organismo correspondiente valora si la documentación está completa y es correcta. Si se detectasen deficiencias se requerirán subsanar los errores dentro de un plazo indicado, ya que si no fuera así, la entidad convocante desestimaré la solicitud. Entre las propuestas formalmente aceptadas, el organismo emitirá una resolución de concesión con el presupuesto subvencionado que, en algunos casos, no engloba todo el montante inicial, y que la entidad adjudicataria debe valorar su aceptación y comunicarlo al organismo implicado dentro del plazo estipulado para ello.
4. Desarrollo del proyecto concedido respetando las características del mismo, y las pautas y el plazo planteados al inicio, y si hubiera alguna divergencia no contemplada en el proyecto original, se debe pedir el consentimiento al organismo adjudicatario. En esta fase podría existir alguna revisión por parte de la entidad que otorga la subvención para comprobar la correcta evolución y cumplimiento del trabajo.
5. Justificación del desarrollo del proyecto dentro del plazo previsto para tal efecto y conforme a las pautas planteadas, en general, mediante la presentación de una memoria técnica (en la que se recogen los objetivos cumplidos, los resultados alcanzados, las principales conclusiones a las que se ha llegado,...). Además, se tiene que realizar una memoria económica con las facturas de los

gastos efectuados u otros justificantes necesarios, que siempre deben de estar dentro del plazo de admisión marcado *a priori*. Si el organismo convocante detecta alguna anomalía en el desarrollo del proyecto o un retraso en la presentación de la documentación de justificación podría exigir el reintegro de la dotación recibida o de una parte de la misma.

Las primeras pautas de este esquema son las que van a ser desarrolladas en este apartado, recogiendo algunas de las vías para conseguir la financiación de diferentes proyectos en conservación-restauración de BBCC.

Normalmente, la contratación de las administraciones públicas europeas y nacionales (comunidades autónomas, ayuntamientos, etc.) tanto para el desarrollo de proyectos de conservación-restauración de Patrimonio como para otros sectores, se realiza mediante un proceso de licitación pública para cada proyecto concreto. Habitualmente, los contratos que las administraciones tienen necesidad de llevar a cabo son publicados en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE), y posteriormente, en el Boletín Oficial del Estado (BOE), y hasta en algunos boletines autonómicos que, en cualquier caso, pueden ser consultados *on line*. De esta manera, se dan a conocer las características de los trabajos a desempeñar detallando a continuación algunos de los aspectos más relevantes en el ámbito europeo, nacional y regional.

A nivel europeo

El principal portal que recoge la información sobre contratación pública en diferentes países de la Unión Europea se denomina Ted (*Tenders electronic daily*), y recoge el Suplemento al Diario Oficial de la Unión Europea en la siguiente dirección: <http://ted.europa.eu/TED/main/HomePage.do>. En este sitio web, entre otros datos, se publican las licitaciones a nivel europeo, clasificadas según diferentes criterios, bien por cada uno de los 27 países en que se requieren los servicios (Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumanía, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y Reino Unido). U organizadas según el tipo de oportunidad comercial (anuncio de concurso de proyectos, anuncio de licitación, información previa, anuncios periódicos indicativos con convocatoria de concurso, etc.), entre las que cabe destacar el apartado correspondiente al anuncio de licitación, en el que se va a informar de las ofertas en vigor. O también publican los concursos por sector comercial (educación, tecnología, servicios informáticos, materiales y productos, etc.), entre los que no se incluye un

epígrafe sobre la conservación-restauración, por lo que se debiera de buscar por conceptos más amplios en los que pudiera estar incluida esta disciplina, quizá dentro de Construcción y servicios inmobiliarios, Investigación y Desarrollo o Servicios de otro tipo.

Cualquiera que sea la vía de acceso a la información, posteriormente, se abren una serie de cuadros que sintetizan el contenido de cada anuncio con el número del documento, una breve descripción del trabajo a realizar, el país de ejecución del mismo, la fecha de publicación del aviso y el día límite de presentación de las ofertas. En esta fase, se puede realizar un filtrado de los concursos utilizando una herramienta que afina la búsqueda en función de los criterios que nos parezcan más apropiados, o se puede acceder directamente al resumen de las características de una oferta pinchando sobre el número del documento determinado. Generalmente, las licitaciones que se encuentran en esta web van a ser descritas en función de cuatro apartados: el del poder adjudicador, el del objeto del contrato, el de la información de carácter jurídico, económico, financiero y técnico y el del procedimiento⁸⁶. El primero recoge los datos relativos al organismo que hace la oferta, especificándose fundamentalmente su nombre, dirección, y contacto (teléfono, mail, persona responsable del contrato, etc.). En el segundo se detalla el tipo del contrato siguiendo una clasificación CPV, obligatoria en la Unión Europea desde el 2006, y que hace referencia al vocabulario común de contratos públicos que normaliza las referencias utilizadas por los órganos de contratación y adjudicación para describir el objeto de sus contratos (suministros, obras o servicios)⁸⁷. En resumen, suele tratarse de un código de nueve cifras que van a corresponder con los datos del contrato desde los más generales hasta los más específicos, al que puede añadirse un vocabulario complementario con un código alfanumérico para ofrecer una mayor precisión. Es independiente del idioma y del país en que se lleve a cabo el contrato, y se puede encontrar para una misma oferta, una o varias clasificaciones descriptivas. En el tercer apartado sobre la información de carácter jurídico, económico, financiero y técnico, entre otros aspectos, se recogen los datos sobre las garantías y depósitos que son requeridas y acerca de la capacidad económica, financiera y técnica de las empresas que quisieran participar en el concurso. Y por último, en lo referente a la cuarta sección sobre el procedimiento se recoge la información administrativa más relevante, como es el plazo para la recepción de las ofertas y para conseguir la documentación del concurso, o la lengua en la que se deben remitir las propuestas.

⁸⁶ <http://ted.europa.eu/TED/search/searchResult.do> [Consulta: 24 mayo 2011]

⁸⁷ http://simap.europa.eu/codes-and-nomenclatures/codes-cpv/codes-cpv_es.htm [Consulta: 24 mayo 2011]

Una vez que se tienen las herramientas para conseguir la información sobre los concursos que se publican a nivel europeo, también es interesante consultar el portal Simap en la siguiente dirección: http://simap.europa.eu/index_es.htm. Una web muy útil en cuanto a la contratación pública en Europa, ya que se pueden descargar los archivos relacionados con la legislación y los formularios estándar para la participación en las licitaciones europeas.

En otra índole se encuentra el campo de la investigación que, organizada a través de distintos Programas Marco, tiene actualmente en vigor el Séptimo Programa Marco (7PM 2007-2013), al que se puede acceder a través de los enlaces: http://cordis.europa.eu/fp7/home_es.html,
http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/i23022_es.htm
El 7PM se articula a través de varios programas que, a su vez, van a estar compartimentados en secciones más concretas como se detalla a continuación⁸⁸:

El programa *Cooperation* financia proyectos relacionados con la cooperación dentro y fuera de la Unión Europea. Está subdividido en 9 áreas, entre las que se incluyen las Ciencias socioeconómicas y humanidades, a las que se destina la menor dotación presupuestaria en comparación con el resto de ramas.

El programa *Ideas* promueve los proyectos de excelencia, los más ambiciosos e innovadores y los de mayor interés, sin ser obligatoria la colaboración transfronteriza.

El programa *People* potencia la calidad de los investigadores europeos y de los que investiguen en Europa, favoreciendo la movilidad y preparación de los mismos, esencialmente, con las acciones designadas como *Marie Curie*.

El programa *Capacities* persigue reforzar las infraestructuras, fortalecer la innovación en las PYMES, mejorar la investigación regional, fomentar la cooperación internacional y promover la inclusión de la ciencia en la sociedad.

El programa *Euratom*, para concluir, dirige su interés a la investigación en energía nuclear por lo que nuestra área de conocimiento no estaría incluida dentro de esta sección.

A nivel estatal

El Ministerio de Economía y Hacienda, a través de la dirección General del Patrimonio del Estado, posee una Plataforma de Contratación que recoge las licitaciones

⁸⁸ Un resumen del contenido del 7 PM se puede encontrar en el siguiente enlace: http://ec.europa.eu/research/fp7/pdf/fp7-brochure_es.pdf

ofertadas por el Gobierno, y que se pueden consultar a través de la web www.contrataciondelestado.es. Normalmente, en la pantalla de inicio van apareciendo las últimas licitaciones abiertas y licitaciones resueltas, incluyendo en la parte de la derecha un resumen del número de concursos publicados en la última semana y en el último mes, en función del estado en el que se encuentren: anuncios previos, anuncios de licitación, anuncios de adjudicación (provisional y definitiva), y anuncios de formalización. En este portal se considera de gran utilidad la pestaña denominada licitaciones -en la parte superior-, donde se puede buscar entre los concursos ofertados en función de unos criterios de búsqueda que hemos tenido que predeterminedar. Entonces, aparece el listado de publicaciones descritas sintéticamente con el número de expediente y el título, el tipo de contrato, el estado, el importe, las fechas de interés y el órgano de contratación. Y cuando se localiza una oferta de nuestro interés, si se pincha sobre su número de expediente se accede a una información más completa, incluyendo la mayor parte de los documentos adscritos a ese concurso. En el caso de las licitaciones abiertas, especialmente relevantes son: el anuncio de licitación, el pliego de cláusulas administrativas y el pliego de prescripciones técnicas. Pero como no siempre es posible el acceso telemático a todos ellos, en ocasiones, sólo alguna empresa de reprografía, colaboradora de la administración, proporciona esta documentación, haciendo necesario su recogida en esos puntos o contratando un servicio de mensajería para ello. Por otra parte, en esta plataforma estatal también se puede hacer un seguimiento del estado en el que se encuentra el procedimiento al que hemos enviado una oferta, ya que se publica el anuncio de adjudicación, con el nombre del adjudicatario, la motivación de la adjudicación y el importe por el que va a ser ejecutado el citado concurso, entre otros datos de interés. Además, en esta web se tiene acceso al anuncio de formalización del contrato, dónde se especifica el número del acuerdo y la fecha de su legalización con el resto de características de la licitación.

Otro mecanismo de información de las licitaciones estatales es el BOE, que puede ser consultado *on line* gracias al sitio web www.boe.es/diario_boe/, donde se publican aquéllas provenientes de los Ministerios y de los organismos de las comunidades autónomas, o de los ayuntamientos. Cada día, a excepción del domingo, se difunde un nuevo ejemplar dividido en diferentes apartados, entre los que destaca el capítulo V correspondiente con los anuncios y, dentro de éste, la sección A que atañe a los anuncios y licitaciones públicas y adjudicaciones. En función de los organismos contratantes, Ministerios (Cultura, Fomento, Ciencia e Innovación, etc.), Comunidades Autónomas, Administraciones Locales (Ayuntamientos, Patronatos, Diputaciones,

Distritos, etc.), Universidades, u otros poderes adjudicadores (Consortios, Fundaciones, etc.) se van clasificando todos los concursos ofertados en ese día. Un listado con una breve descripción de cada uno podrá esclarecer si alguno es de nuestro interés, pudiendo tener acceso a una información más completa a través de *html* o de un documento *pdf*. En ellos se proporcionan los datos básicos de la oferta: la entidad adjudicadora, el objeto del contrato, la tramitación y el procedimiento (ordinario, abierto,...), el presupuesto base de licitación, las garantías exigidas (provisional, definitiva,...), los requisitos específicos del contratista, la fecha para la presentación de la oferta o de la solicitud de participación, los datos sobre la apertura de propuestas (fecha, lugar,...), los gastos de publicidad (BOE, ...), y los criterios de adjudicación del proyecto.

Y de la misma manera que el BOE aglutina la publicación de los concursos de multitud de organismos, a su vez cada uno de ellos, normalmente dan a conocer sus propias ofertas a través de sus páginas webs, siendo la tónica común la inclusión de sus licitaciones dentro de las pestañas denominadas perfil del contratante.

Para la localización de los contratos públicos, además de estas herramientas útiles que nos proporciona la red, también es importante realizar una selección de los mismos, para consultar sólo aquellas licitaciones que sean de nuestro interés. Para no emplear un tiempo excesivo en esta fase de discriminación y que resulte más rápido este paso, se suelen utilizar los servicios de una empresa especializada que filtra las ofertas públicas en base a unas palabras clave. Y si, por ejemplo, se eligen los términos “conservación” o “restauración”, diariamente, se recibirán en nuestro correo electrónico aquellos concursos en los que figuren estos vocablos, tanto si es una oferta como si es una adjudicación definitiva.

Para presentarse a un concurso público, entre los requisitos que se suelen exigir a un contratista especializado en Conservación-Restauración están las clasificaciones específicas. El Ministerio de Economía y Hacienda, a través de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, previa solicitud y tramitación, tiene la potestad de otorgar unas clasificaciones afines al trabajo que desempeña cada empresa. Éstas se determinan en función de tres variantes: el grupo, el subgrupo y la categoría. La primera de ellas atañe a las labores genéricas que puede desarrollar una compañía, y se define con una letra. Por su parte, el subgrupo es más específico y define las tareas concretas en la que está especializada la sociedad, asignándose un número para ello. Y por último, la categoría está relacionada con el volumen de negocio que posee la empresa, y a través de las primeras letras del abecedario se determinan las cantidades estipuladas en intervalos.

Las clasificaciones comunes en el sector de la conservación-restauración que a menudo son requeridas para la participación en algunos concursos públicos en este ámbito son fundamentalmente de dos tipos:

Clasificación K 7: Se circunscribe dentro del grupo K, designado como el de “obras especiales”, y pertenece al subgrupo 07 definido como el de “restauración de bienes Inmuebles Histórico- Artísticos”. Además, suele haber una exigencia de categoría que se basa en el importe de las anualidades medias de los contratos y que concretamente concierne a las siguientes cifras: categoría A (hasta 60.000 €), B (de 60.000-120.000 €), C (de 120.000-360.000 €), D (de 360.000-840.000 €) y E (más de 840.000 €). Por lo tanto, se pueden encontrar licitaciones sobre conservación y restauración de edificios y monumentos en las que se demande justificar una solvencia económica y técnica a través de la clasificación: K7A-K7E, en función del importe base del concurso ofertado.

Clasificación N 5: Ésta se ajusta dentro del grupo N, nominado como el de “servicios cualificados”, y se integra en el subgrupo 05, el de “restauración de obras de arte”. Y como en el caso anterior, también suele haber una exigencia de una categoría específica que sucintamente son: categoría A (hasta 150.000 €), B (de 150.000-300.000 €), C (de 300.000-600.000 €) y D (más de 600.000 €). Consecuentemente, y como se ha citado en la cuestión previa se pueden encontrar licitaciones sobre conservación y restauración de bienes muebles en las que se demande justificar una solvencia económica y técnica a través de la clasificación: N5A-N5D, dependiendo del coste base de la licitación.

La presentación de una propuesta en una licitación pública, por parte de una empresa, implica la recopilación de una serie de documentación administrativa, a veces, técnica, y en cualquier caso, económica. Común a la mayor parte de los concursos ofertados sería el primero de los grupos donde se deben entregar aquellas credenciales de tipo administrativo que posea la sociedad (escritura de constitución, Documento Nacional de Identidad (DNI) del representante legal, escritura de poder, etc.) y normalmente, todas ellas debidamente compulsadas (por un notario, o por el organismo donde se entrega la documentación, etc.). El informe técnico no siempre es requerido pero, si es necesario, se deberán respetar los requisitos específicos que se exigen en cada licitación, ya que no habría unas pautas universales a todos ellos. Finalmente, siempre se va a solicitar una propuesta económica donde a partir de la base de licitación publicada se tiene que practicar una baja, y proponer un precio por el que se

realizarían los trabajos. Para ello, la empresa, aparte de establecer una disminución del importe ajustada al proyecto, debe tener en cuenta que una reducción muy elevada del coste base puede ser considerada una baja temeraria y quedar apartada definitivamente del concurso.

Una vez entregada toda la documentación, la administración encargada de la ejecución del proyecto revisará todas las ofertas presentadas y establecerá un adjudicatario en función de los criterios establecidos previamente en el anuncio de licitación. Cuando no se resulta beneficiario, es importante recuperar la documentación presentada, ya que la parte administrativa, debidamente compulsada, puede ser utilizada para otros concursos. También es interesante valorar la inclusión de la empresa en algunos registros de licitadores, si las instituciones que nos interesan poseen esta opción, y con ello, evitar el envío de la misma documentación administrativa en sucesivas ocasiones y para todos los concursos que emita una entidad concreta.

A nivel estatal, otra fuente de recursos es el denominado “1% Cultural”, el porcentaje anual que el Ministerio de Fomento destina a la recuperación del Patrimonio Histórico. En resumen, esta subvención se fundamenta en la Ley de Patrimonio Histórico de 1985 que “establece la obligación de destinar en los contratos de obras públicas una partida de al menos el 1% a trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o al fomento de la creatividad artística, con preferencia en la propia obra o en su inmediato entorno”⁸⁹. Y bajo esta premisa, en noviembre de 2010 se hicieron públicas las últimas adjudicaciones que este año han tenido una dotación de más de 19,3 millones de euros distribuidos en treinta y cinco intervenciones para la recuperación y rehabilitación de edificios, yacimientos arqueológicos, castillos y otros elementos de interés cultural en toda España⁹⁰. Esta partida presupuestaria estatal no es una subvención total e íntegra sino que necesariamente tiene que estar cofinanciada por las entidades adjudicatarias, quienes deben contribuir con porcentajes entre el 25 y el 50% del presupuesto de ejecución general.

La investigación también es otro ámbito para la captación de recursos en Conservación-Restauración de Patrimonio, para lo cual, el estado promueve una serie de ayudas y subvenciones a través de diferentes organismos. La principal entidad que

⁸⁹ <http://www.mcu.es/patrimonio/CE/UnoCult/Definicion.html> [Consulta: 25 mayo 2011]

⁹⁰ Para conocer las actuaciones concretas que estuvieron financiadas en 2010 se puede consultar el siguiente enlace del Ministerio de Fomento: http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/1_CULTURAL/ACTUACIONES_2010/default.htm [Consulta: 25 mayo 2011]

recoge algunas acciones en el campo de las Humanidades es el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), quien fomenta el Plan Nacional de I+D+i, y publica el Programa de Trabajo anual con las ayudas que se van a convocar, la cuantía, las fechas, y el tipo de proyectos subvencionables. Hoy en día está vigente el Plan Nacional I+D+i 2008-2011, que se estructura en cuatro áreas de actuación⁹¹:

Área 1: “Generación de Conocimientos y de Capacidades Científicas y Tecnológicas”, en la que se incluyen todos los ámbitos de aplicación del Plan Nacional anterior (2004-2007), entre las que cabe destacar el campo de las Humanidades.

Área 2: “Fomento de la Cooperación en I+D+i”, que persigue la creación de una mayor cooperación público-privada, y donde tiene cabida el mundo empresarial.

Área 3: “Desarrollo e Innovación Tecnológica Sectorial”, en la que se incluyen varios sectores de acción, entre los que se subraya el punto número cinco, sobre la Construcción, la ordenación del Territorio y el Patrimonio Cultural.

Área 4: “Acciones Estratégicas”, recoge principalmente cinco sectores entre los que no se incluye el de nuestro ámbito de conocimiento (1. Salud; 2. Biotecnología; 3. Energía y Cambio Climático; 4. Telecomunicaciones y Sociedad de la Información; 5. Nanociencia y Nanotecnología, Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales).

Por consiguiente, a la vista de las áreas de actuación prioritarias establecidas por el MICINN, los proyectos I+D+i relacionados con la Conservación-Restauración de Patrimonio podrían tener cabida dentro de las tres primeras áreas citadas.

El Plan Nacional (PN) posee, además, diferentes Líneas Instrumentales de Actuación (LIA) y unos Programas encargados de definir los instrumentos empleados para conseguir los objetivos y concretar las grandes actuaciones⁹²:

1. Línea Instrumental de Recursos Humanos: Dentro de esta LIA están incluidos, por ejemplo, algunos de los programas más conocidos a nivel estatal como son el Programa Severo Ochoa (para la contratación estable de investigadores distinguidos,...), el Torres Quevedo (para incrementar el

⁹¹ Más información en:

<http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnexoid=83b192b9036c2210VgnVCM1000001d04140aRCRD>

⁹² *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011*, Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), 2007, pp. 168. Consulta *on line*:

http://www.micinn.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/PLAN_NACIONAL_CONSEJO_DE_MINISTROS.pdf. [Consulta: 01 junio 2011]

personal en I+D+i,...), o el Juan de la Cierva (para la contratación de empleados acreditados en I+D+i,...) entre otros. Se distinguen los siguientes programas:

- 1.1. Programa Nacional de Formación de Recursos Humanos
- 1.2. Programa Nacional de Movilidad de Recursos Humanos
- 1.3. Programa Nacional de Contratación e Incorporación de Recursos Humanos
2. Línea Instrumental de Proyectos de I+D+i, que queda subdividida en:
 - 2.1. Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental (jóvenes talentos, proyectos a largo plazo,...)
 - 2.2. Programa Nacional de Proyectos de Investigación Aplicada (mejora de productos,...)
 - 2.3. Programa Nacional de Proyectos de Desarrollo Experimental (perfeccionamiento de procesos o servicios,...)
 - 2.4. Programa Nacional de Proyectos de Innovación (optimizar la posición competitiva de una empresa,...)
3. Línea Instrumental de Fortalecimiento Institucional, donde se desarrolla el:
 - 3.1. Programa Nacional de Fortalecimiento Institucional (desarrollo de las capacidades en investigación e innovación)
4. Línea Instrumental de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas, concretamente con el:
 - 4.1. Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas (mejoras, diseño, construcción, dotación, equipamiento,...)
5. Línea Instrumental de Utilización del Conocimiento y Transferencia Tecnológica, que engloba el:
 - 5.1. Programa Nacional de Transferencia Tecnológica, Valorización y Promoción de Empresas de Base Tecnológica (aumentar la interacción entre pymes y los organismos de investigación)
6. Línea Instrumental de Articulación e Internacionalización del Sistema, repartida en los siguientes programas:
 - 6.1. Programa Nacional de Redes (incentivar la cooperación entre empresas y organismos de investigación,...)
 - 6.2. Programa Nacional de Cooperación Público-Privada
 - 6.3. Programa Nacional de Internacionalización de la I+D (fomentar la colaboración entre instituciones europeas)

Esta estructura arbórea en I+D+i, articulada en Programas Nacionales, tiene diferentes atribuciones de los recursos para cada uno de ellos, y se distribuyen a lo largo del año

gracias a distintas convocatorias que serán publicadas en el BOE, en el apartado III. bajo el título Otras disposiciones (www.boe.es/diario_boe/) o por el propio MICINN (www.micinn.es).

También existen otras becas y subvenciones en las que tienen cabida proyectos de Conservación-Restauración de carácter innovador, bien sea provenientes de financiación pública, como las becas pre y postdoctorales (ofertadas por el MICINN), las de la Academia de España en Roma⁹³ (por el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (MAEC) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)) o los programas Junta para la Ampliación de Estudios (JAE)⁹⁴ (por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)) entre otras. O bien bajo el amparo de instituciones privadas, normalmente del sector financiero, que también suelen convocar ayudas y becas, como, por ejemplo, las de la Fundación Botín⁹⁵ o las de La Caixa⁹⁶. O por último, las de financiación mixta, como ocurre con las becas *Fulbright*⁹⁷, que reciben patronazgo de ministerios, comunidades autónomas y empresas españolas, junto a benefactores públicos estadounidenses. Cada una de ellas tiene unas características concretas que varían según el caso, teniendo unos objetivos y unos requisitos propios que deben ser tenidos en cuenta *a priori* para valorar si nuestro perfil curricular se ajusta a sus exigencias, pudiendo resultar útil consultar convocatorias precedentes para orientarnos al respecto.

A nivel regional

En las Comunidades Autónomas hay organismos, como las Consejerías de Educación, las Agencias de Desarrollo o los Institutos de Estudios Regionales, que publican ayudas y subvenciones para el desarrollo de actividades en I+D+i. Por lo tanto, se deben consultar las convocatorias que ofrecen las entidades de nuestra comunidad para poder solicitar nuestra participación cuando se abra el plazo de presentación. En estos casos, generalmente, la vía de comunicación de las instituciones son los Boletines o los Diarios Oficiales propios de cada comunidad autónoma donde se recogen todos los avisos o anuncios que, por norma, se pueden

⁹³ Más información en: http://www.aecid.es/es/convocatorias/becas/becas/becas_roma/, <http://www.raer.it/folders/inicio/inicio.php> [Consulta: 01 junio 2011]

⁹⁴ Más información en: <http://www.csic.es/web/guest/programa-jae> [Consulta: 01 junio 2011]

⁹⁵ Más información en: <http://www.fundacionbotin.org/becas-y-concursos.htm> [Consulta: 01 junio 2011]

⁹⁶ Más información en: http://obrasocial.lacaixa.es/ambitos/becas/becas_es.html [Consulta: 01 junio 2011]

⁹⁷ Más información en: <http://www.fulbright.es/> [Consulta: 01 junio 2011]

consultar por internet (por ejemplo: el BOR⁹⁸, el BOPV⁹⁹, el BOCM¹⁰⁰,...). Las ayudas más usuales a nivel provincial son las becas predoctorales o de Formación de Personal Investigador (FPI), y las postdoctorales, que cada año se convocan por la Consejería de Educación del Gobierno regional correspondiente.

Las universidades también pueden ser benefactoras de distintos proyectos en investigación, y por ejemplo, la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/ EHU), entidad organizadora de este curso, oferta algunas convocatorias propias, y también difunde anuncios de otras instituciones a nivel autonómico, estatal e internacional. En www.deialdiak-bekak.ehu.es/p214-home/es/ se pueden encontrar las ofertas de la UPV/ EHU, así como filtrar los resultados según dos parámetros, o bien dependiendo del periodo o bien del tipo de destinatario al que van destinadas¹⁰¹. Además, propone algunas ayudas distribuidas en tres modalidades como se detalla a continuación¹⁰²:

- I. Ayudas a la Iniciación/ Reincorporación a la actividad de Investigación: Pretende fomentar la investigación entre el profesorado de la UPV/ EHU, incluyendo el ámbito de las ciencias sociales y las humanidades donde se englobaría el área de conocimiento en Conservación-Restauración.
- II. Ayudas a proyectos de Investigación: Dirigidas a grupos de investigación en los que se integren profesores de la UPV/ EHU y que potencian la iniciación de estudios innovadores, incluyendo también el ámbito de las ciencias sociales y las humanidades.
- III. Ayudas a proyectos de Investigación Universidad-Sociedad: Cuyo principal objetivo es facilitar la aplicación de los conocimientos de los grupos de investigación universitarios, con docentes de la UPV/ EHU, a la sociedad y al entorno socioeconómico del País Vasco.

⁹⁸ Boletín Oficial de La Rioja:

<http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=449881>

⁹⁹ Boletín Oficial del País Vasco: http://www.euskadi.net/cgi-bin_k54/bopv_00?c

¹⁰⁰ Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid:

http://www.madrid.org/cs/Satellite?language=es&pagename=Boletin%2FPage%2FBOCM_home

¹⁰¹ Más información en:

http://www.deialdiak-bekak.ehu.es/p214-search/es?r01kQry=tC%3Adefault%3BtF%3Aprocedimientos_administrativos%3BtT%3Aayuda_subvencion%3Bm%3AdocumentLanguage.EQ.es%3BcA%3Ar01e00010b1e63415d4884e5e13fd3eb41a038a85%2Cr01e00010b1e7b2adeb47dba6aa35a50e9a8ac15a%3Bp%3AInter_portaI%2CInter%3B [Consulta: 02 junio 2011]

¹⁰² Más información en:

http://www.ikerkuntza.ehu.es/p273-content/es/contenidos/ayuda_subvencion/vri_proyectos/es_vri_proy/vri_proy.html [Consulta: 02 junio 2011]

Conclusiones

Se concluye que las principales técnicas para la búsqueda de recursos en conservación-restauración de Patrimonio consisten en obtener el patronazgo de clientes, instituciones y/o empresas provenientes del ámbito privado, público y/o mixto. Los particulares, a su vez propietarios de los BBCC, pueden ser los que costeen estos proyectos, para lo cual es imprescindible darse a conocer, por ejemplo, con la creación de páginas web multilingües, a través de las redes sociales, con *mailing list* o con dosieres digitales; o por el contrario, con una publicidad más tradicional (con informes y folletos impresos, visitas presenciales,...). En algunas ocasiones, los recursos económicos que sufragan estos trabajos de conservación-restauración provienen de grandes entidades privadas o fundaciones de otros ámbitos profesionales (Fundación Caja Madrid, Fundación San Millán, etc.), unos benefactores que también deben ser tenidos en consideración. Como que aparte de este patrocinio obtenido de forma directa, las empresas que lleven a cabo proyectos I+D+i, pueden conseguir una financiación indirecta, con deducciones fiscales en el Impuesto de Sociedades o bonificaciones a la Seguridad Social, si justifican sus inversiones en I+D+i por vía tradicional o por vía informe motivado.

Por su parte, hay que destacar que las administraciones públicas europeas publican sus contratos públicos en el Ted, y que a través del Simap se puede descargar la documentación administrativa pertinente para la participación en las licitaciones europeas.

En este mismo territorio destaca en investigación el “7PM 2007-2013”, por el que a través de los programas *Cooperation, Ideas, People, Capacities*, se pueden desarrollar proyectos relacionados con las humanidades.

A nivel estatal, la Plataforma de Contratación y el BOE son los principales encargados de difundir las licitaciones ofertadas por el Gobierno (Ministerios, organismos de las comunidades autónomas, administraciones locales, universidades, u otros poderes adjudicadores), así como las propias páginas web de los organismos convocantes, a través de las pestañas denominadas “perfil del contratante”. Para la presentación de una oferta a un concurso público, hay que tener en cuenta que entre los requisitos que se suelen exigir a un contratista especializado en Conservación-Restauración están las clasificaciones específicas. Fundamentalmente, son de dos tipos, la K 7, para la restauración de bienes Inmuebles Histórico-Artísticos, o la N 5, para la de obras de arte mueble, siempre acompañadas por una categoría variable. Unas clasificaciones que deben estar concedidas en el plazo de presentación de la oferta de licitación para que la oferta sea tenida en consideración.

Además, las subvenciones del Ministerio de Fomento para la recuperación del Patrimonio Histórico que son otorgadas a diferentes entidades nacionales gracias al denominado “1% Cultural” son otra fuente de recursos para la Conservación-Restauración de BBCC en nuestro país.

En este mismo ámbito nacional, el MICINN promueve el Plan Nacional de I+D+i 2008-2011, articulado en varias LIA y Programas Nacionales, y estructurado en cuatro áreas de actuación. Entre estas últimas se destaca la 1, la 2, y la 3, en las que podría tener cabida algún proyecto de investigación en el ámbito del Patrimonio Cultural, a través de ayudas y subvenciones difundidas en los portales del citado Ministerio y del BOE, entre otros.

También hay que tener en cuenta otro tipo de becas, como las pre y postdoctorales (ofertadas por el MICINN), las de la Academia de España en Roma (por el MAEC y la AECID), los programas JAE (por el CSIC), las de la Fundación Botín, las de La Caixa o las *Fulbright*, por ejemplo, ya que pueden desarrollar, completar o fortalecer diferentes investigaciones en nuestro ámbito.

Pasando ya a nivel regional, se debe subrayar que algunos organismos como las Consejerías de Educación, las Agencias de Desarrollo o los Institutos de Estudios Regionales, conceden ayudas y subvenciones para el desarrollo de actividades en I+D+i, como las becas FPI y las postdoctorales, que se dan a conocer *on line* mediante los boletines oficiales de cada comunidad autónoma. A éstas hay que añadir que, en el ámbito universitario, también existen ofertas de este tipo para el fomento de la investigación y, como en el caso de la UPV/ EHU, se proponen además algunas convocatorias propias.

Enlaces

Becas y subvenciones:

http://obrasocial.lacaixa.es/ambitos/becas/becas_es.html

http://www.aecid.es/es/convocatorias/becas/becas/becas_roma/

<http://www.csic.es/web/guest/programa-jae>

<http://www.fulbright.es/>

<http://www.fundacionbotin.org/becas-y-concursos.htm>

<http://www.micinn.es>

<http://www.raer.it/folders/inicio/inicio.php>

Boletines regionales:

http://www.euskadi.net/cgi-bin_k54/bopv_00?c

<http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=449881>

http://www.madrid.org/cs/Satellite?language=es&pagename=Boletin%2FPage%2FBOCM_home

Cámara de comercio:

<http://www.innocamaras.org/metaspaces/portal/13626/13776-fiscalidad-y-certificacion?pms=1,14007,14262004,view,normal,0>

Contratación pública europea:

<http://ted.europa.eu/TED/main/HomePage.do>

http://simap.europa.eu/index_es.htm

Plan Nacional de I+D+i:

http://www.boe.es/diario_boe/

<http://www.micinn.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=83b192b9036c2210VgnVCM1000001d04140aRCRD>

http://www.micinn.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/PLAN_NACIONAL_CONSEJO_DE_MINISTROS.pdf

Plataforma de Contratación estatal:

http://www.boe.es/diario_boe/

<http://www.contrataciondelestado.es>

Séptimo Programa Marco:

http://cordis.europa.eu/fp7/home_es.html

http://ec.europa.eu/research/fp7/pdf/fp7-brochure_es.pdf

http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/i23022_es.htm

Universidad del País Vasco:

<http://www.deialdiak-bekak.ehu.es/p214-home/es/>

[http://www.ikerkuntza.ehu.es/p273-](http://www.ikerkuntza.ehu.es/p273-content/es/contenidos/ayuda_subvencion/vri_proyectos/es_vri_proy/vri_proy.html)

[content/es/contenidos/ayuda_subvencion/vri_proyectos/es_vri_proy/vri_proy.html](http://www.ikerkuntza.ehu.es/p273-content/es/contenidos/ayuda_subvencion/vri_proyectos/es_vri_proy/vri_proy.html)

Autor

En la actualidad, Teresa Fernández es investigadora predoctoral por la UPV/ EHU, y está desarrollando su tesis doctoral sobre la conservación-restauración de libros de coro, principalmente, de los del Monasterio de Yuso. Ha disfrutado de una beca FPI de la Comunidad Autónoma de La Rioja, de una estancia de investigación en la Facultad

de BBAA de la Universidad Politécnica de Valencia, de una beca en la especialidad de restauración en la Academia de España en Roma, y de otras ayudas y subvenciones provenientes del Ministerio de Cultura y del Instituto de Estudios Riojanos. Es licenciada en Bellas Artes con perfil curricular en Conservación-Restauración de Obras de Arte, por la UPV/EHU, y ha cursado el Diploma de Estudios Avanzados (DEA) en la Universidad Complutense de Madrid. E-mail: teresafdezdez@hotmail.com