

**LA CONSERVACIÓN DEL MATERIAL ARQUEOLÓGICO
SUBACUÁTICO. EL ARQUEÓLOGO Y EL RESTAURADOR
ANTE LAS PRIMERAS INTERVENCIONES**

Carmen PÉREZ DE ANDRÉS

Museo Nacional de Antropología. Avda. Juan de Herrera 2, 28040 Madrid
carmen.perez@mna.mcu.es

Cuando se dice “arqueología subacuática” debería asociarse de forma inmediata en nuestra mente a una actividad, científica y técnica, en la cual, la actuación es siempre un trabajo de conservación preventiva.

El brusco cambio de medio que una excavación arqueológica, y más una excavación arqueológica subacuática supone, acarrea problemas derivados del propio método de investigación, cuyo transcurso obliga al sometimiento de los objetos por capas estratificadas sucesivas; a un cambio desde un ambiente estable, más o menos favorable pero con el que estaban en equilibrio, a un ambiente nuevo más agresivo física, química y biológicamente (más calor, más luz, cambio de humedad relativa, nuevos agentes biológicos... Son hechos que deben preverse y organizar la metodología y materiales con los que se podrán conseguir las condiciones más favorables para la conservación de los objetos, evitando absolutamente los riesgos de degradación, que conllevarían alteraciones no deseadas y la desaparición de datos referentes al objeto y su historia o incluso la desaparición del propio objeto.

Es un trabajo de anticipación. Hay que hacer previsiones acerca de la naturaleza, la cantidad y el estado de conservación de lo que va a ser excavado y extraído, y considerar si, además, algo se va a conservar *in situ*.

Entre las cosas que deben estar previstas, claras y asumidas desde el principio, además de los locales, infraestructura, material y equipamiento, se encuentra la composición del equipo de trabajo y las responsabilidades que cada cual deberá asumir. Por supuesto, el arqueólogo que dirige la excavación será el máximo responsable, pero junto a él la figura de un restaurador capaz de responsabilizarse del material, de organizar su movimiento, su registro, su almacenamiento, etc, en colaboración con arqueólogos y técnicos, capaz de implantar procedimientos y hábitos de trabajo comunes a todo el equipo, orientados a una mejor conservación de los materiales, sería fundamental; en el caso de la arqueología subacuática es imprescindible y espero que llegará el día en que sea inevitable.

El Consejo Internacional de Museos (ICOM) creó un grupo de trabajo de Conservación Preventiva en 1996 y, aunque se trata de la definición de un concepto generalmente asociado a los museos, hay unos criterios básicos, surgidos a través de reuniones y congresos internacionales (ICOM, UNESCO...), que plantean normas generales aplicables a cualquier caso o circunstancia relacionados con el patrimonio histórico y su conservación –en senti-

do amplio-, también al material arqueológico subacuático y, sobre todo, a los primeros momentos de la excavación:

1- Evitar cualquier proyecto que requiera materialmente unas exigencias técnicas superiores a las posibilidades de ejecución y mantenimiento que se puedan garantizar .

2- Conseguir el mínimo grado posible de manipulación o intervención .

3- Conocer el comportamiento físico y químico de los materiales a conservar así como esos mismos materiales y su estado de conservación, y también sus causas potenciales de deterioro .

4- Crear un medio ambiente acorde con las exigencias de perdurabilidad del objeto.

5- Evitar la existencia de las causas de alteración.

6- Restricción del usufructo si su uso o emplazamiento entrañan peligro para su integridad.

7- Tener presente que hay que preservar los valores materiales y culturales (documento), evitando situaciones que dificulten su correcta interpretación o lo desvirtúen.

1. Evitar cualquier proyecto que requiera materialmente unas exigencias técnicas superiores a las posibilidades de ejecución y mantenimiento que se puedan garantizar

Debido a su particular importancia y a sus exigencias de conservación, en el caso de una excavación subacuática, mucho más que en el caso de una excavación en tierra, es necesario contar con restauradores, a ser posible buceadores, que conozcan los problemas que lleva aparejados una excavación de este tipo y puedan garantizar la extracción, almacenamiento y transporte correctos hasta que lleguen al laboratorio que se encargará del tratamiento y conservación.

Lo primero que hay que tener en cuenta es:

- Asegurarse de tener los medios adecuados para llevar a buen término la empresa (medios materiales y humanos).

- Establecer unos principios de interés y actuación comunes entre los arqueólogos, conservadores y restauradores.

- Contar con espacio y material para almacenamiento: estanterías, mesas, piscinas de desalación y conservación, recipientes de plástico de diversos tamaños, etiquetas de plástico que deberán permanecer vinculadas al objeto hasta el final del proceso de restauración y secado, productos químicos...

- Plantearse la necesidad de extraerlo todo o sólo una parte, dejando los objetos *in situ* convenientemente protegidos.

- La posibilidad de efectuar moldes bajo el agua, por ejemplo con siliconas, y reproducciones posteriores. Si no está garantizada la conservación de los materiales es mejor cualquier otra opción, todo antes que efectuar extracciones abocadas al fracaso, es decir, a la total degradación de los objetos.

2. Conseguir el mínimo grado posible de manipulación o intervención

Siempre hay que considerar tres parámetros a la hora de abordar una intervención:

- 1.- Enfoque de la intervención: curativo o preventivo
- 2.- Alcance de la intervención: directa o indirecta (actuaciones sobre los objetos o condiciones medioambientales, de conservación y almacenamiento)
- 3.- Escala de la intervención: un objeto, un conjunto de objetos, todo el material de una colección, de un museo, de una excavación, etc.

La valoración de estos tres parámetros dirigirá los criterios de intervención y marcará las necesidades materiales, técnicas y económicas del proyecto.

Lo primero, antes de tocar los materiales, es hacer una buena documentación *in situ*, única forma de volver atrás, o de hacer reversible nuestra intervención. Documentación que consistirá en fotografías, dibujos, toma de muestras del sedimento, etc. Y que se seguirá realizando hasta que el objeto se encuentre totalmente restaurado y estable en su lugar de depósito final.

Si se decide la extracción de los objetos hay que tener en cuenta que, así como los objetos de origen inorgánico como la cerámica, piedra o metales suelen soportar bien la manipulación necesaria para extraerlos, los materiales orgánicos suelen estar muy frágiles y existe el riesgo de provocarles rupturas y daños físicos, por eso será conveniente preparar cestas, redes, bandejas, cajas, etc. con una cama de arena para colocarlos encima y que servirán de soporte para dichos materiales, incluso cubrirlos con arena; hay que manipularlos lo menos posible. También pueden extraerse con la arena o limo que los cubre para una mayor protección; la preparación de camas blandas o/y rígidas (al igual que se hace en tierra para materiales frágiles) puede ser también un sistema a tener en cuenta.

También habrá que optar entre hacer simples actuaciones de extracción y almacenamiento, hasta el traslado a locales mejor equipados, o si es necesario intervenir mínimamente, haciendo limpiezas superficiales o consolidaciones, una mínima intervención para su conservación y legibilidad. En cualquier caso sin ello la investigación arqueológica no sería posible.

No hay que olvidar que nuestra actuación, irreversible en la realidad y según lo que se entiende por reversible en las reacciones químicas, debe ser inocua y debe ser posible quitarla; por tanto, evitaremos materiales o procesos de difícil eliminación o que contaminen los objetos, de tal forma que comprometan o imposibiliten la realización de futuros análisis o estudios.

3. Conocer el comportamiento físico y químico de los materiales a conservar así como esos mismos materiales y su estado de conservación, y también sus causas potenciales de deterioro

La conservación de los objetos está en función de su material constitutivo. Para saber de qué forma van a influir en ellos determinados agentes externos y poder evitar su degradación, es necesario conocer su materia y el estado en

que se encuentra. También es necesario tener un conocimiento histórico y artístico de los objetos, para poder evitar manipulaciones o acciones que les puedan hacer perder algunas de sus características que, si no se sabe que las poseen o no se les da la importancia debida, pueden ser fácilmente eliminadas.

En el caso de los objetos arqueológicos se trata de conocer, en primer lugar, el material que los constituye, la técnica de elaboración y los productos de degradación presentes, aparte de los pertinentes estudios históricos y tipológicos. Su clasificación, a efectos de su conservación, debe hacerse atendiendo a su material constitutivo, ya sea inorgánico u orgánico.

Los materiales inorgánicos, silíceos (piedra, cerámica y vidrio) y metálicos, tienen distintos problemas de alteración. Los materiales silíceos (piedra y cerámica) presentan problemas derivados de su porosidad (absorción de agua y con ella de sales, cristalización o eflorescencia de las mismas); otros por la erosión, ataque por agentes químicos y por agentes biológicos, rupturas, fisuras, etc., la cerámica en particular puede presentar problemas también por fallos en el proceso de fabricación (cocción) todo lo cual produce alteraciones de color, de superficie, estructurales..., cambios de composición mineralógica y química, fragilidad, etc. Dentro de esta generalización, las variedades de piedra y cerámica, incluso la cerámica vidriada o la porcelana presentan problemas específicos.

Otro material silíceo es el vidrio que, por sus características, plantea problemas especiales. Es un material amorfo procedente del fundido de diversos componentes: sílice, y como fundentes óxidos de plomo, sodio y potasio, además de colorantes especiales. En presencia de humedad relativa elevada o sumergido, y este es su principal problema además de su fragilidad, los óxidos se transforman en hidróxidos y se produce el fenómeno de la desvitrificación (aspecto tornasolado causado por la formación de escamas).

Los materiales metálicos tienen el problema de la corrosión (acelerada en presencia de humedad) fenómeno por el cual tienden a su forma más estable en la naturaleza que es la forma mineral, es decir, el mineral del que se extrajeron. Una primera identificación basada en el color, indicará al experto el metal de que se trata e incluso la identificación de algunos de los productos de alteración. En el hierro aparecen óxidos, hidróxidos... en distintas formas, incluso constituyendo lo que se conoce como pátina noble (magnetita, de color negro, inerte). En el cobre y sus compuestos se producen también distintos productos de alteración, algunos creando también pátinas nobles (aunque en ningún caso completamente inertes) y otros como los cloruros presentando una alteración típica color verde claro y muy peligrosa.. De todos los metales estos dos son los menos inertes, otros como plomo, estaño, etc. o los ya considerados nobles, presentan menos problemas.

El otro gran grupo de materiales lo constituyen los orgánicos. Estos se caracterizan por estar constituidos por largas moléculas en forma de fibras de polímeros. El tejido animal tiene fibras de proteínas y el vegetal lignina, celulosa, hemicelulosa... Todos ellos tienen en común el ser higroscópicos y anisotrópicos, es decir, tienen propiedades direccionales al estar constituídos

por fibras. Esto va a marcar sus alteraciones: rigidez, contracción, pérdida de forma y del grado de humedad, e incluso la desaparición de alguno de sus componentes según el medio en que se encuentren... Además de ser atacados por organismos vivos: xilófagos, hongos, etc.

Los objetos derivados de materiales de origen orgánico son muy variados y puede tratarse de velas, cabos y aparejos de barcos, la propia estructura del barco en sí, armas y elementos de uso de la tripulación (vestido, calzado, vajilla...), elementos de comercio o alimentación (cestería, tejidos...), elementos de construcción (palafitos, terrenos anegados), también pueden darnos datos sobre la religiosidad de los pueblos (fuentes de carácter religioso donde se depositan exvotos), embarcaciones de mar y fluviales.... Todos estos objetos, sobre todo si se trata de épocas antiguas, sólo nos es posible conocerlos por algún texto o pintura en el mejor de los casos, de ahí la importancia de su conservación como documentos únicos.

4. Crear un medio ambiente acorde con las exigencias de perdurabilidad del objeto

En primer lugar, y como regla de oro, habrá que mantener los objetos en las mismas condiciones en las que se encontraban antes de la excavación (evitar evaporaciones, aunque sea parciales, y secado). Deben establecerse grupos de objetos según su naturaleza y materiales constitutivos, también según el estado de conservación o el método de tratamiento. Las instalaciones y medios deberán estar adaptados y en consonancia con la duración de la fase de excavación y conservación previa al tratamiento completo de restauración. Todos los objetos deben ser revisados y estar sujetos a un mantenimiento constante (ligeras limpiezas, posibles proliferaciones de microorganismos, cambios de agua...)

El almacenamiento es una fase de espera antes del tratamiento, fase que puede ser empleada para hacer moldes, limpiar, etc. Durante esta fase habrá que tener cuidado con la posible proliferación de microorganismos, sobre todo cuando la madera se almacena en seco con Humedad Relativa elevada y una temperatura favorable cuyo punto óptimo está entre los 20oC. y los 25oC. Para evitarlo en el almacenamiento en tanques se añaden biocidas, con el sistema de humectación por aspersores esto es más difícil porque el biocida se concentraría en zonas y si, además, el almacenamiento es visitable por el público, sería peligroso. Pueden aplicarse biocidas localmente o insertar pastillas que desprendan vapores.

5. Evitar la existencia de las causas de alteración

Básicamente se trata de subsanar, mediante el adecuado tratamiento de restauración, la debilidad estructural de los objetos y la inestabilidad química y física de los materiales, por supuesto, una vez conseguida la solidez y resistencia de los objetos, y su estabilidad química, hay que mantener esos resultados.

Una vez estabilizados los materiales es también importante mantenerlos en unas condiciones de conservación adecuadas, si no habrá sido inútil nuestro

trabajo. En general se recomienda una temperatura de 18°-20° C. y una humedad relativa del 50-60%. En cuanto a la luz y debido a que estos materiales son sensibles a la misma, debe adoptarse una iluminación máxima de 150 LUX y un nivel de ultravioletas que no supere los 80 microwatts por lumen.

Soluciones:

- Soluciones estructurales y constructivas: accesos y circulación de obras, aislamiento y estanqueidad de los cerramientos...
- Instalaciones y equipamiento: aparatos para seguimiento de las condiciones ambientales, vitrinas, sistemas de ventilación y climatización, iluminación, sistemas contra robo, incendio, intrusión, soportes para las piezas...
- Procedimientos para el seguimiento, control y mantenimiento
- Estrategias de visión integradora de las distintas actividades y profesionales: actitudes, procedimientos, rutinas...

6. Restricción del usufructo si su uso o emplazamiento (o cambio de emplazamiento) entrañan peligro para su integridad

Esto es aplicable a todos los objetos pero sobre todo a las grandes estructuras sumergidas. Uno de los aspectos mas interesantes y complejos dentro de la arqueología subacuática lo constituye el pecio, es decir los restos del barco y la carga. No son muchos los barcos que se han extraído completos de los fondos marinos, pero sí se ha hecho en algún caso.

El principal problema que plantea la conservación de grandes estructuras de madera, caso de los barcos, es la necesidad de contar con grandes medios económicos, técnicos y humanos para llevar a buen término la empresa. Actualmente la toma de conciencia por parte de profesionales, arqueólogos e instituciones ha hecho evolucionar los criterios y se evita la extracción de barcos pues, al no estar debidamente garantizada su conservación, es difícil justificar la extracción. Las extracciones han quedado reducidas a actuaciones de urgencia cuando los barcos aparecen en zonas húmedas o excavaciones urbanas donde no estaba prevista su presencia.

La mayor parte de los barcos conservados "en seco" se han extraído por la imposibilidad de dejarlos como fueron encontrados, al haberlos hallado en zonas urbanas y sujetas a planes o proyectos de construcción, tratándose, en realidad, de verdaderas urgencias. Otras embarcaciones, de menor tamaño, se han recuperado de aguas interiores. Los grandes proyectos de recuperación naval efectuados sobre barcos sumergidos son muchos menos y han exigido unas actuaciones realmente espectaculares.

7. Tener presente que hay que preservar los valores materiales y culturales (documento), evitando situaciones que dificulten su correcta interpretación o lo desvirtúen

La presencia de un conservador-restaurador facilitará esta tarea pues conoce bien los materiales, a menudo enmascarados por concreciones calcáreas, vegetales, etc. y podrá elegir el almacenamiento más correcto y la

forma de preservar la información que contiene cada objeto: forma y tipología, materia, huellas de fabricación o uso, restos de sustancias que han contenido...

Si la excavación de que se trata es un pecio que conserva el casco del barco y toda su carga el problema puede resultar insoluble. La gran cantidad y diversidad de materiales que un barco hundido puede aportar: el propio casco, con maderas de especies diferentes según la zona de que se trate, el cordaje, la carga, objetos de uso cotidiano, restos de calzado y vestido, provisiones, etc., hace realmente complicado el problema de su conservación.

Hay varios puntos que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir un tratamiento de conservación para grandes formatos:

- Accesibilidad del personal al objeto durante el tratamiento.
- Posibilidad de acceso del público al objeto durante el tiempo que dure su tratamiento.
- Utilización previa del tratamiento a gran escala y con éxito.
- Medidas de seguridad necesarias.
- Personal especializado.
- Necesidades de tiempo, económicas, etc. ... para llevar a término el tratamiento.

Existen varios tipos de tratamientos posibles y que ya se han utilizado, con mayor o menor fortuna, en la conservación de la arquitectura naval. En esquema son los siguientes:

1. Deshidratación con un disolvente no acuoso y consolidación por impregnación con una cera o resina.
2. Polimerización "in situ" de monómeros prepolímeros.
3. Tratamientos de impregnación con ceras de polietilenglicol, por inmersión o aspersión.
4. Liofilización

8. Publicaciones de la autora en las que se recogen aspectos teóricos y prácticos acerca de la conservación y restauración de materiales arqueológicos de procedencia subacuática, a partir de la experiencia

Durante los años que trabajé como restauradora y conservadora en el Museo y Centro de Investigaciones Arqueológicas Submarinas de Cartagena, que era y sigue siendo un centro de apoyo y asesoramiento técnico y científico, un centro de documentación (biblioteca especializada, cartoteca, archivos fotográficos, bases de datos informatizadas sobre yacimientos de las costas españolas), un centro de coordinación de los Planes Nacionales de Documentación del Patrimonio Arqueológico Subacuático, así como en un auténtico centro de investigación sobre Patrimonio Histórico, que potenciaba además la formación de personal especializado, la colaboración con las Comunidades Autónomas y la difusión, como parte de sus objetivos se desarrollaron excavaciones en las que toda la teoría anterior se puso en práctica

(La Barra y sobre todo Escombreras). Y la teoría aplicada a los casos reales funcionó, con equipos pluridisciplinares que integraban historiadores, arqueólogos, restauradores, químicos, fotógrafos, dibujantes..., pues las soluciones a aplicar dependen de los conocimientos aportados por todos ellos.

También se desarrolló un proyecto de investigación en colaboración con varios laboratorios europeos especializados en tratamientos de madera empapada de agua.

Todo ese trabajo ya está recogido en diversas publicaciones que se detallan a continuación.

Bibliografía

- ANTONA DEL VAL, V., BLÁNQUEZ PÉREZ, J., ROLDÁN GÓMEZ, L., GÓMEZ VEGA, B., PINEDO REYES, J. y PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1988): *La Arqueología Subacuática en España*, Ministerio de Cultura, Murcia.
- HOFFMANN, P., PÉREZ DE ANDRÉS, C., SIERRA MENDEZ, J. L., RAMIERE, R., KHÔ T., QUÔC, W. y URS M. (1994): "European Inter-Laboratory study on the conservation of waterlogged wood with sucrose", *Proceedings of the 5th ICOM Group on wet organic Archeological Materials Conference*, I.C.O.M., Bremerhaven. 309-335.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1988): *Conservación de materiales arqueológicos subacuáticos*. Ministerio de Cultura, Murcia.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1989): "Arqueología subacuática y conservación", *Revista de Arqueología*. 93, Madrid, 50-59.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1991): "El proyecto de conservación de maderas del Museo Nacional de Arqueología Marítima de Cartagena", *Actas del VIIº Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, Vitoria, 178-186.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1992): "Conservación de materiales arqueológicos de procedencia subacuática", *Conservación del Patrimonio Arqueológico Submarino. Ias Jornadas de Arqueología Subacuática en Asturias*, Oviedo. 91-99.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1992): "La conservación de madera procedente de medios subacuáticos y el proyecto de conservación de madera del Museo Nacional de Arqueología Marítima de Cartagena", *IIªs Jornadas de Arqueología Subacuática en Asturias*, Oviedo, 11-28.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1992): "La investigación en conservación. *Reseau Européen de Laboratoire: Sucrose*", *Política Científica* 34, Madrid, 22-26.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1992): "Tratamientos de conservación para madera empapada de agua", *Cuadernos de Arqueología Marítima 1*, Cartagena, 47-56.
- PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1993): "El proyecto de conservación de madera arqueológica saturada de agua del Museo Nacional de Arqueología Marí-

tima de Cartagena”, *IIº Curso de Arqueología Subacuática* (S.Martínez Lillo y J.Blánquez Pérez eds.), Madrid, 145-161.

PÉREZ DE ANDRÉS, C. (1993): “Conservación de materiales orgánicos y arquitectura naval”, *Cuadernos de Arqueología Marítima 2*, Cartagena, 109-130.

PÉREZ DE ANDRÉS, C. y BAZTÁN, C. (1996): “El plan Director del Museo: Teoría y Práctica. 1996”, *III y IV Jornadas de Arqueología Subacuática en Asturias*, Oviedo, 131-163.