

EL LABORATORIO DE ESTUDIOS Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO DE LA UNIVERSIDAD DE CÁDIZ. UN EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL SUBACUÁTICO

LABORATORY OF STUDIES AND CONSERVATION OF HISTORICAL HERITAGE OF UNIVERSITY OF CADIZ. AN EXAMPLE OF GOOD PRACTICES FOR THE CONSERVATION OF UNDERWATER CULTURAL HERITAGE

Marina Goñalons Lapiedra^a, Elisa Fernández-Tudela^a y Manuel Bethencourt^a

^aUniversidad de Cádiz, LEC-PH, Edificio Simón Bolívar, 11002, Cádiz, marina.gonalons@uca.es; elisa.tudela@uca.es; manuel.bethencourt@uca.es

How to cite: Marina Goñalons Lapiedra, Elisa Fernández-Tudela y Manuel Bethencourt. 2022. El Laboratorio de Estudios y Conservación del Patrimonio Histórico de la Universidad de Cádiz. Un ejemplo de buenas prácticas para la conservación del Patrimonio Cultural Subacuático. En libro de actas: II Simposio de Patrimonio Cultural ICOMOS España. Cartagena, 17 - 19 de noviembre de 2022. <https://doi.org/10.4995/icomos2022.2022.14942>

Resumen

El Laboratorio de Estudios y Conservación del Patrimonio Histórico (LEC-PH) de la Universidad de Cádiz se crea como una herramienta para la conservación del Patrimonio Cultural y su difusión, contribuyendo también a la formación de los futuros profesionales en el ámbito de la conservación y restauración. Es un punto de encuentro y trabajo de profesionales e investigadores de muy distintos ámbitos, y ha intervenido en todo tipo de materiales arqueológicos, principalmente subacuáticos, siguiendo una metodología basada en las buenas prácticas sobre el Patrimonio Cultural. También ha participado en numerosas excavaciones, principalmente en el ámbito subacuático, apostando por la conservación in situ de estos yacimientos y defendiendo el carácter multidisciplinar de los proyectos arqueológicos.

Palabras clave: *Patrimonio Cultural Subacuático, metodología, conservación, difusión, educación*

Abstract

The Laboratory of Studies and Conservation of Historical Heritage (LEC-PH) of the University of Cádiz was created as a tool for the conservation of Cultural Heritage and its dissemination. It also contributes to the training of future professionals in the field of conservation and restoration. It is a meeting and working point for professionals and researchers from very different fields, and has worked on all types of archaeological materials, mainly underwater, following a methodology based on the guidelines of good practice on Cultural Heritage. It has also participated in numerous excavations, mainly in the underwater field, supporting the in-situ conservation of these sites, and defending the multidisciplinary nature of archaeological projects.

Keywords: *Underwater Cultural Heritage, methodology, conservation, dissemination, education*

1. Introducción

La complejidad de la variedad material del Patrimonio Cultural, junto a las alteraciones sufridas durante su abandono y excavación, hacen que la conservación sea una acción indispensable para el desarrollo de investigaciones arqueológicas. Este hecho se hace aún más evidente cuando se trata de Patrimonio Cultural Subacuático, definido por la Convención de

la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) en 2001, como el conjunto de todos los rastros de existencia humana que tengan carácter cultural, histórico o arqueológico, que hayan estado bajo el agua, parcial o totalmente, de forma periódica o continua, al menos durante 100 años. Gracias a la citada Convención, y a la Carta Internacional sobre la Protección y la Gestión del Patrimonio Cultural Subacuático de 1996, elaborada por ICOMOS (International Council on Monuments and Sites), se establecen una serie de normas relacionadas con la conservación del Patrimonio Cultural Subacuático. En ambos casos se destaca la necesidad de que el proyecto de investigación tenga en cuenta la conservación de los objetos y del sitio, asegurándose de ello durante la intervención, el traslado y almacén temporal hasta su lugar de depósito final, gestionándolo en colaboración con las entidades correspondientes y asegurándose de su preservación a largo plazo. Todo ello se efectuará en conformidad con las normas profesionales vigentes. También se destaca la importancia de la difusión y la educación, sensibilizando al público, colaborando con las comunidades y grupos locales, y ofreciendo una formación en arqueología subacuática, en las técnicas de preservación, etc., que también deben ser contempladas en el proyecto. A esto se suma que los informes deben incluir recomendaciones relativas a la conservación y preservación del sitio.

La ratificación en 2009 por España del Convenio de la UNESCO, el documento de ICOMOS y la publicación del Libro Verde del Plan de Protección del Patrimonio Subacuático (Ministerio de Cultura, 2010), sentaron las bases de la modernización de la arqueología náutica y subacuática en nuestro país. Gracias a todo este conjunto de artículos y normas, anteriormente mencionados, mediante la coherencia entre la dimensión científico-técnica, político-administrativa y social colectiva, se puede llevar a cabo una adecuada gestión de los bienes culturales y desarrollar una serie de buenas prácticas sobre el patrimonio (Querol y Castillo, 2018).

Para desempeñar todas estas acciones integrales, el Instituto de Investigaciones Marinas (INMAR) de la Universidad de Cádiz (UCA) funda el Laboratorio de Estudios y Conservación del Patrimonio Histórico (LEC-PH, <https://lec-ph.uca.es/>), el cual ha ido desarrollando una metodología de trabajo de buenas prácticas, fundamentada en el apoyo a la investigación, la conservación (*in situ* y en el laboratorio), estudio y difusión del Patrimonio Cultural en general y del Subacuático en particular. A lo largo de este artículo se desarrollarán y explicarán cada uno de estos aspectos, así como la metodología que viene siguiendo el LEC-PH desde sus inicios hasta día de hoy.

2. Historia y recorrido

Los orígenes de este laboratorio se remontan al año 2000, cuando el Grupo del Plan Andaluz de I+D+I “Corrosión y Protección” (TEP-231) de la UCA inaugura una línea de investigación en arqueometría y conservación para dar apoyo al recientemente creado Centro de Arqueología Subacuática del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (CAS-IAPH). En 2018, y tras la concesión del proyecto EQC2018-004947-P de la Convocatoria de Equipamiento Científico-Técnico, Subprograma Estatal de Infraestructuras de Investigación y Equipamiento Científico Técnico, esta línea de investigación ya consolidada da paso a la creación del LEC-PH con la estructura de Servicio Periférico de Investigación perteneciente al INMAR de la Universidad de Cádiz. Este proyecto de infraestructuras permitió dotar al laboratorio de un variado equipamiento de última generación vinculado al estudio y conservación del Patrimonio Histórico, principalmente subacuático. En paralelo, y como parte de la apuesta del Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR) para la consolidación de su área de especialización *El Valor Cultural del Mar*, se pone en marcha en 2014 la Línea Estratégica de Arqueología Subacuática de la UCA.

Esta Línea tiene como objetivo la formación de personal especializado con perfiles multidisciplinares en etapas de posgrado (Máster y Doctorado), además de actividades de investigación relacionadas con el Patrimonio Cultural Subacuático, incluyendo el estudio integral de los materiales arqueológicos, su estabilización, conservación y recuperación, actividades que recaen en el LEC-PH. Uno de los resultados más relevantes de esta Línea fue la puesta en marcha durante el curso 2016-2017 del Máster oficial en Arqueología Náutica y Subacuática (MANYS), diseñado en su inicio por el Dr. Xavier Nieto en colaboración con diversos profesores, investigadores y profesionales de la UCA (Cerezo, 2019). La formación teórica y técnica en este ámbito de estudio supone una novedad en España y, en el momento de su

inauguración, supuso una oportunidad única a nivel mundial ya que fue la primera formación académica oficial de posgrado que se impartió en español, logrando una gran participación de estudiantes e investigadores latinoamericanos.¹

Su novedosa perspectiva de “dar un giro de 180° y no ver el mar desde la costa, como una limitación, sino la costa desde el mar como un horizonte de oportunidades”, mediante tres bloques prácticos, dos de los cuales se llevan a cabo desde el mar, hace que la formación que ofrece sea equilibrada entre teoría y experiencia práctica (Cerezo, 2019). Esta parte práctica en el medio acuático consiste en la participación en una campaña de excavación en alguno de los yacimientos escuela que investiga el Máster: el pecio Arapal (2017), el Timoncillo (2018-2019) y La Ballenera (2017 hasta la actualidad). Durante estas campañas, a bordo del buque oceanográfico UCADIZ, los alumnos desarrollan tareas de prospección, documentación, excavación y conservación *in situ*, siguiendo las directrices marcadas por la UNESCO, ICOMOS y el Libro Verde del Plan de Protección del Patrimonio Subacuático.

En este plan de estudios el LEC-PH participa activamente, impartiendo docencia teórica, así como supervisando y participando en las tareas de conservación *in situ* de las campañas escuela, encargándose del tratamiento y preservación de todo el material que se extrae en dichas excavaciones para su investigación, hasta su depósito en el Museo Provincial de Cádiz. De esta manera se ofrece a los alumnos la posibilidad de participar en dichas tareas, tutorizando a aquellos cuyo Trabajo de Final de Máster (TFM) esté relacionado con estos materiales o con la conservación del Patrimonio Cultural Subacuático. Desde la inauguración del MANY5, en el LEC-PH se han tutorizado un total de 12 TFM, y se han puesto en marcha 4 Tesis Doctorales en el Programa de Doctorado de Historia y Arqueología Marítima, algunas a punto de defenderse.

Los equipamientos del LEC-PH se complementan con los del Laboratorio de Arqueología y Prehistoria (LABAP) de la UCA, con quien colabora y comparte espacio. Igualmente, se trabaja conjuntamente con el Servicio de Investigación en Ciencias de la Salud y con los Servicios Centrales de Investigación en Ciencias y Tecnología de la citada universidad.

3. Las instalaciones

El LEC-PH distribuye su trabajo en dos grandes secciones temáticas, absolutamente complementarias y necesitadas la una de la otra, que definen la denominación del laboratorio: el Laboratorio de Estudio de Materiales, y el Laboratorio de Conservación y Restauración de Materiales.

3.1. Laboratorio de Estudio de Materiales

Este laboratorio trabaja a través del examen microestructural de objetos recuperados de yacimientos, o de su estudio en el propio yacimiento siguiendo las directrices de la UNESCO. El Laboratorio de Estudio de Materiales se sitúa en la segunda planta de la pala C del Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos, Campus Universitario de Puerto Real. En este laboratorio se estudia la microestructura de distintos materiales (metal, cerámica, piedra) tras una óptima preparación de las muestras de trabajo. Para ello se cuenta con los equipos necesarios para la preparación de superficies y caracterización de estos materiales, la determinación del tamaño de grano, dureza y morfología superficial, así como la preparación de muestras para estudios de microscopía electrónica de barrido y transmisión. Para el examen de las muestras dispone de un microscopio digital de microscopía 3D, un microscopio metalográfico invertido, un microscopio para luz transmitida con iluminación LED, un microscopio estereoscópico con estativo de sobremesa y dos iluminadores de sobremesa con iluminación LED. La preparación de muestras cuenta con un sistema de empastillado con sistema de vacío para impregnación de la muestra con capacidad para trabajar con resinas de curado en caliente, válido para preparación de muestras metalográficas y petrográficas, una cortadora y esmeriladora para muestras metalográficas, y una pulidora automática para pulido de muestras metalográficas y pulido de láminas petrográficas. Finalmente, la dureza de las muestras se puede estudiar con un microdurómetro con indentador Vickers.

¹ En 2019 la Universidad Externado de Colombia inauguró un Posgrado de Especialización en Patrimonio Cultural Sumergido.

Finalmente, y como parte de la herencia del Grupo “Corrosión y Protección”, cuenta con una línea de tres potenciostatos-galvanostatos y un analizador de frecuencia, que permite el estudio del comportamiento de materiales metálicos frente a la corrosión mediante técnicas electroquímicas y la búsqueda de nuevos métodos de protección.

3.2. Laboratorio de Conservación y Restauración de Materiales

El Laboratorio de Conservación y Restauración de Materiales cuenta con los equipos para realizar: tratamientos de limpieza, consolidación y control, electrólisis, tratamientos en baños controlados, sistemas de seguridad para las intervenciones, y se realizan propuestas de conservación *in situ*, siguiendo nuevamente los preceptos de la UNESCO. Este laboratorio se encuentra en la planta baja del Aulario Simón Bolívar, en Cádiz, muy cerca del CAS-IAPH. Antiguamente estas instalaciones, de unos 51 m² aproximadamente, eran un taller de ingeniería, de las que aún se conserva el pavimento especial para maquinarias pesadas (que sirve a su vez de aislamiento y amortiguación), las grandes puertas de seguridad, la iluminación y la ventilación. Con anterioridad del establecimiento del LEC-PH, las instalaciones no contaban con equipos especializados, aparte de los materiales básicos para el funcionamiento de un taller de restauración (escalpelo, bisturís, pinceles, hisopos, campana de vacío y contenedores simples). Gracias al citado proyecto de infraestructuras de 2018 se financió la adquisición de un variado equipamiento de última generación (Figura 1).



Fig. 1 Algunos de los equipos adquiridos por el citado proyecto de infraestructuras

El espacio se divide de forma rectangular, alrededor de unos grupos de extractores carrelados, en tres zonas principales: la de trabajo seco, zona húmeda y zona de limpiezas. Localizados de forma estratégica, también se dispone de equipos de seguridad y herramientas, lo que permite a varios profesionales estar trabajando simultáneamente de manera cómoda y segura.

3.2.1. Zona de trabajo seco

Esta área está destinada a dos tipos de trabajos: documentación y restauración. En primer lugar, se encuentra todo lo necesario para inscribir las piezas a tratar en la base de datos del laboratorio; equipos básicos de fotografía (cámara, trípode, escalas, fondos de distintos colores e iluminación), ordenador, recursos bibliográficos, lupa binocular y

herramientas de dibujo. En dicho espacio, se realiza todo el trabajo de documentación fotográfica, diagnóstico y estado de conservación de los materiales, tanto a su llegada al laboratorio como al acabar su intervención. Además, como medida de conservación preventiva, se realiza un seguimiento del estado de conservación, parámetros de luz, temperatura y humedad relativa, de aquellas piezas que vayan a quedar en depósito provisional dentro de los almacenes del edificio. La rigurosa metodología que se sigue en cuanto a registro, tanto fotográfico, como fichas técnicas, la incorporación en base de datos propia, la realización de propuestas previas con criterios de mínima intervención, el uso de nuevas tecnologías, como puede ser la fotogrametría² o el uso de luz ultravioleta que ayudan al diagnóstico, especialmente, de las piezas más delicadas, son un ejemplo de buenas prácticas en el método de actuación seguido en el laboratorio.

La zona seca de restauración está destinada a las tareas de adhesión, reintegración y siglado. También se realizan los trabajos de conservación preventiva como preparar embalajes, cambiar gel de sílice o etiquetar cajas. Este espacio está separado de la zona de limpiezas con la intención de evitar la contaminación de concreciones y depósitos de las piezas que se encuentren ya desconcrecionadas, a la vez que se facilita el trabajo de varios profesionales al mismo tiempo.

3.2.2. Zona de trabajo húmedo

Uno de los procesos más importantes para la conservación de los materiales de procedencia subacuática es la estabilización y eliminación de cloruros, y para ello el laboratorio ha sido equipado con dos tanques de 100 x 150 cm, con una capacidad aproximada de 500 litros, para tratamientos pasivos, y otro tanque de 100 x 150 cm junto a uno más pequeño de 80 x 70 cm preparados para tratamientos electrolíticos de dechlorinación. Los cuatro depósitos cuentan con un sistema de aire para permitir el flujo del agua, un sistema de vaciado y unas resistencias unidas a un termostato para controlar la temperatura. Esto se complementa con un desmineralizador, un medidor de acidez y un medidor de cloruros que permiten eliminar las sales solubles y las impurezas casi en su totalidad, llevando un control meticuloso de todo el proceso.

Por otro lado, también se dispone de un baño de ultrasonidos de 60 litros para realizar tratamientos de limpieza a los materiales metálicos, y un equipo de ultrasonidos conectado a la corriente de agua, también destinado a la eliminación de concreciones, y una limpiadora de vapor. Para limpiezas mecánicas o intervenciones que no necesiten maquinaria específica, se ha destinado una superficie amplia, provista de dos griferías y una rejilla de secado. Además de este sistema de oreo, en el laboratorio se encuentra instalada una estufa industrial con ordenador de programación, temperatura y tiempo, que permite eliminar la humedad de las piezas de manera controlada.

3.2.3. Zona de limpiezas

Para las tareas de limpieza y desconcreción, el laboratorio cuenta con un amplio conjunto de herramientas mecánicas y físicas de diferentes características (vibroincisores, microcinceles, microtornos, equipo ablativo de ultrasonidos, limpiadora de vapor, etc.). Algunas de las herramientas funcionan con aire comprimido para lo que se cuenta con un compresor silenciado MOD.N.W.AB360 y un tanque de aire comprimido. Esta área también dispone de dos cajas estancas con microabrasímetros, provistas con depósitos para varios tipos de áridos y un set de distintas herramientas y recambios manuales (bisturís, escalpelos, pinzas, punzones, etc.).

3.2.4. Equipos de seguridad y herramientas

Como se ha mencionado anteriormente, a lo largo de todo el laboratorio se encuentran distribuidos, en función de su practicidad, distintos equipos de seguridad. En el centro de la estancia, dividiendo la zona de trabajo seca y la zona de limpieza, se dispone de tres grupos de extractores carrelados, los cuales pueden manejarse y situarse en cualquier dirección, cubriendo de este modo las dos áreas de trabajo. Junto a ellos se encuentra una campana extractora carrelada de pequeño tamaño, destinada a manipulaciones de químicos puntuales, la cual se complementa con otra de mayores dimensiones, que se encuentra entre la instalación de griferías y la zona de limpiezas, preparada para tratamientos de químicos de mayor exposición y que requieren una mayor precaución. También se dispone de numerosos equipos de

² Ejemplo de reproducción digital de pieza en 3D mediante fotogrametría: <https://skfb.ly/6ZIBo>

protección individual (guantes, gafas, mascarillas, protectores auditivos, batas...) que se encuentran a disposición de cualquier usuario que vaya a trabajar en el laboratorio.

Para la contención de químicos se han instalado tres armarios extractores con salida de gases al exterior; uno destinado a inflamables, otro a ácidos y otro a sustancias alcalinas. De igual manera, el Servicio de Prevención de la Universidad de Cádiz, suministra y se encarga de desechar todas las sustancias químicas, separadas por potencial de hidrógeno, en envases especializados. También se han adquirido una grúa, un aspirador industrial, y un carro destinados a mejorar y facilitar el trabajo de los profesionales del laboratorio.

Para el almacenaje y transporte del material arqueológico de procedencia subacuática se usan envases estancos que mantienen la humedad adecuada para cada pieza, cajas norma Europa, espumas libres de ácido de distintos grosores y tamaños, bolsas de polietileno y gel de sílice. Dependiendo de la fase de intervención en la que se encuentren y de las necesidades de conservación preventiva de cada pieza, se mantendrán dentro de armarios separados por tipo de material, en un refrigerador en caso de material orgánico o en el almacén de materiales arqueológicos.

4. Intervenciones y excavaciones subacuáticas

El trabajo que se realiza desde el LEC-PH se centra en las labores de conservación y restauración llevadas a cabo dentro del mismo laboratorio y en excavaciones. Solo a lo largo de 2021 y 2022 se han realizado con éxito aproximadamente 30 intervenciones de distinta envergadura, de las cuales un 98% era material de procedencia subacuática. El personal del LEC-PH también participó activamente en la conservación *in situ* de siete proyectos arqueológicos, tanto en yacimientos subacuáticos como terrestres, la mayoría en Andalucía: Proyecto Herakles (bahía de Algeciras), pecio de La Ballenera (Getares, Algeciras), tumba megalítica de Celemín (Benalup-Casas Viejas), fábricas de salazón romanas de San Nicolás (Algeciras) y necrópolis megalítica de La Lentejuela (Teba, Málaga), y dos externos a la Comunidad Autónoma: pecio de Ses Fontanelles (Mallorca) y el yacimiento Portopalo (Siracusa, Sicilia). Todas las intervenciones de carácter subacuático se llevaron a cabo siguiendo las recomendaciones de la Convención de 2001 de la UNESCO, en las que se prioriza la preservación de los bienes *in situ* frente a la extracción, aplicando de este modo el uso de buenas prácticas sobre el patrimonio sumergido. Además, también se han realizado acciones integrales de buenas prácticas por medio de métodos arqueométricos, desarrollando el proyecto VOLICHE, que tiene como finalidad evaluar la vulnerabilidad del Patrimonio Cultural, tanto subacuático como emergido, las condiciones ambientales actuales y el efecto del impacto del cambio climático en su preservación *in situ*.

4.1. Trabajos en el laboratorio

Buena parte del material que se interviene en el laboratorio procede de los pecios excavados e investigados por los alumnos del Máster Oficial de Arqueología Náutica y Subacuática de la Universidad de Cádiz. En el último año, las tareas en el laboratorio se han centrado mayoritariamente en los objetos del yacimiento de La Ballenera, en la ensenada de Getares, Algeciras. Este pecio, datado de finales del siglo XVI, de origen ligure, transportaba un importante cargamento cerámico de distintas tipologías: marmorizada, mayólica, esgrafiada, azul sobre blanco o monocroma (Martí, 2004). Además de estos restos cerámicos, en las últimas campañas se han extraído proyectiles de diferentes características, tanto pétreos como metálicos, objetos líticos interpretados como pisapapeles, objetos de peltre, un vaso y fragmentos de vidrio, y un mortero de piedra entre otros.

El procedimiento que se sigue a la hora de intervenir estos materiales es, en primer lugar, realizar un registro fotográfico y estado de conservación de cada pieza o conjunto que llega al laboratorio. Una vez registrada en la base de datos se da comienzo al proceso de desalación mediante baños sucesivos con agua o soluciones inhibitoras (pH básico) en el caso de los metales. Periódicamente se miden los diferentes parámetros de los baños (pH, temperatura, la conductividad y concentración de cloruros). Estas mediciones se realizan mediante los diferentes equipos multiparamétricos de sobremesa y portátiles con los que cuenta el laboratorio, permitiendo establecer la duración, renovación y finalización del proceso de desalación. De forma paralela se realizan las tareas de limpieza y desconcreción en los materiales que lo necesiten, ya que esto facilita y agiliza el proceso de extracción de sales. Una vez concluida la desalación se procede al secado controlado (ya sea con ayuda de la estufa, químicos o por oreo). Tras esto se vuelve a hacer un análisis del estado de cada

bien, y se evalúa la necesidad de otros tratamientos como la consolidación o la inhibición, en caso de metales, o la reintegración. El producto y método a usar en cada uno de estos procesos, de acuerdo con la línea de actuación de buenas prácticas sobre el patrimonio, se estudia, justifica y prueba previamente a su ejecución, garantizando de este modo el criterio de mínima intervención, la elección del tratamiento menos tóxico y más compatible con cada pieza. Finalizada la intervención, se procede al siglado de las piezas y a su correcto embalaje con espumas y materiales inertes, gel de sílice, y se almacena hasta su traslado al lugar de depósito.

Durante 2021, han continuado los trabajos en la colección de 79 lingotes de cobre procedentes del pecio Arapal, de cronología romana y ubicado en los entornos de la Isla de Sancti Petri, en San Fernando (Cerezo, 2019). El yacimiento se excavó el primer curso del MANYS, en 2017, y desde ese momento los lingotes han sido intervenidos y estabilizados mediante baños de agua desmineralizada y sesquicarbonato de sodio al 5%. Actualmente se encuentran en la última fase de intervención (inhibición y protección). Durante todo el proceso se ha realizado un minucioso trabajo de investigación por parte del personal del laboratorio, sobre métodos de limpieza (mecánica y química), inhibición, protección, documentación, etc., para determinar la metodología más idónea para una colección de envergaduras y características singulares, llegando a alcanzar alguno de los ejemplares entorno a los 40 cm de diámetro y 34 kg de peso. El material base ha sido analizado en el Campus de Puerto Real por metalografía, espectrometría de chispa, fluorescencia de rayos X, y espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (Morón et al, en prensa). Una vez finalizada la intervención, se está diseñando un embalaje que garantice su seguridad durante su transporte hasta el depósito en el Museo Provincial de Cádiz. Ambos procesos se realizan siguiendo los criterios de mínima intervención, compatibilidad de materiales y mínima toxicidad.

Más recientemente se han incorporado al laboratorio distintos materiales del pecio de Ses Fontanelles (Mallorca) en cuya excavación han participado miembros de la Universidad de Cádiz y del LEC-PH. Estos materiales son de distinta naturaleza (fibras vegetales, cueros, madera, metales, diferentes residuos orgánicos) destacando una amplia colección de cerámica que aún conserva los *tituli picti* (Soler et al, 2021). Estas piezas serán tratadas y estudiadas en el LEC-PH, en colaboración con el Departamento de Conservación del Museo de Cádiz.

4.2. Labores de conservación *in situ*

Una vez fuera del agua, el equilibrio entre las condiciones medioambientales y los bienes arqueológicos, que han permitido su perdurabilidad a lo largo del tiempo, se ve inexorablemente roto (Fernández y Palacio, 2003). Debido a ello, para el caso de la arqueología subacuática, podemos considerar la excavación arqueológica como una actividad potencialmente destructiva, y por este motivo resulta imprescindible la presencia de un profesional conservador en el momento de la extracción, para así minimizar las alteraciones que pueda sufrir el patrimonio cultural. Por lo tanto, se puede afirmar que la presencia de personal especializado en conservación y restauración en una excavación arqueológica, especialmente subacuática, va intrínseca a la praxis de buenas prácticas sobre patrimonio histórico. Dada esta realidad, los proyectos arqueológicos apuestan por la multidisciplinariedad y cuentan con conservadores y restauradores, no solo para el tratamiento de las piezas en el laboratorio, sino en el momento más delicado para su perdurabilidad, la excavación. Una muestra de ello es la participación de los profesionales del LEC-PH en las excavaciones llevadas a cabo por grupos de investigación de la Universidad de Cádiz.

Para promulgar esta buena práctica, durante las campañas prácticas del Máster de Arqueología Náutica y Subacuática, mencionadas anteriormente, también participan los miembros del LEC-PH, encargándose de enseñar y supervisar las acciones de conservación *in situ* de los yacimientos escuela. Algunas de estas acciones son: la extracción de materiales superfrágiles, la cubrición y protección de los yacimientos, el correcto transporte del material extraído, los tratamientos de estabilización del material metálico, la limpieza superficial de las piezas para su identificación, catalogación preliminar y el correcto etiquetado no intrusivo de todos los materiales.

4.3. Conservación preventiva

Además de las intervenciones en el material arqueológico de procedencia subacuática, también se realizan labores de prevención para garantizar la perdurabilidad de las piezas tratadas. Dicho proceso consiste en revisiones periódicas del

estado de conservación de las piezas almacenadas, inspeccionar la aparición de microorganismos u oxidaciones, control de la humedad relativa mediante el uso de gel de sílice, así como la preparación y sustitución de embalajes especiales para cada objeto. En el momento en que el bien de procedencia subacuática abandona las instalaciones del LEC-PH para ir a su lugar de depósito o exposición definitivos, también se realiza un control de su traslado y se entrega con una serie de recomendaciones y parámetros para su correcta conservación.

5. Difusión y educación en Patrimonio Cultural Sumergido

En el marco de la protección del Patrimonio Cultural Sumergido, las tareas de divulgación juegan un papel de gran importancia, equiparándose a las medidas de restauración y conservación de los materiales. Concretamente, la difusión favorece a largo plazo su perdurabilidad y su correcta gestión, ya que el valor que otorga la sociedad a los bienes culturales condiciona directamente las herramientas para poder gestionarlas (Pérez-Reverte y Cerezo, 2019).

Siguiendo esta metodología, y tratando la divulgación como una práctica imprescindible para la preservación del patrimonio, el LEC-PH, intenta ofrecer unos servicios educativos y divulgativos, dentro de actividades gestionadas por la Universidad de Cádiz, como las frecuentes visitas guiadas de grupos escolares y de educación secundaria a las instalaciones, o la organización de talleres en eventos como la Noche Europea de los Investigadores (Jornadas de 2018 y 2022), organizada por la Fundación Andaluza para la Divulgación de la Innovación y el Conocimiento o las XVI Jornadas Internacionales de Ciencia en la Calle (Algeciras, 2022) organizada por la Asociación de Amigos de la Ciencia “DIVERCIENCIA”. También se trabaja en la formación de profesionales especializados en la conservación del patrimonio sumergido, como se ha venido describiendo a lo largo de todo este documento, desde el Máster de Arqueología Náutica y Subacuática, donde el LEC-PH participa activamente. Además de tratar con los materiales de sus campañas, y de ofrecer formación de conservación *in situ* en estas, también se ofrece a los alumnos, especialmente a aquellos con una formación en conservación-restauración, la posibilidad de realizar prácticas curriculares en el laboratorio. En aquellos casos en que los trabajos de final de máster estén relacionados con la conservación del patrimonio cultural sumergido, las conservadoras del laboratorio también ofrecen al alumnado su ayuda, recursos y experiencia.

6. Conclusiones

La creación del Laboratorio de Estudios y Conservación del Patrimonio Histórico podría considerarse una acción integral de buenas prácticas, cuyo establecimiento respondió a la necesidad de poder ofrecer un equipo humano e infraestructuras especializadas a todos aquellos proyectos de investigación, propios o externos a la Universidad de Cádiz, dirigidos al estudio del Patrimonio Cultural, con especial énfasis en el Sumergido.

Desde sus inicios este laboratorio ha perseguido la preservación de las piezas arqueológicas siguiendo unos criterios estrictos y apostando, siempre que ha sido posible, por la conservación *in situ*. Para ello, ha sido crucial que el personal del laboratorio tenga una formación mixta de conservación y arqueología subacuática, lo cual ha permitido una unidad en la metodología de trabajo, tanto de laboratorio como de campo. Este perfil de profesional investigador ha permitido también que cada una de las intervenciones que se van realizando, sea detenidamente planteada y analizada, haciendo un primer trabajo de búsqueda y consulta de casos prácticos en situaciones parecidas. De este modo, el intercambio de información y experiencias entre profesionales del mismo campo resulta esencial para la buena práctica de conservación del patrimonio sumergido.

Finalmente, a fin de realizar las acciones integrales dictadas por el III Congreso Internacional de Buenas Prácticas en Patrimonio Mundial, el LEC-PH apuesta por acercar el patrimonio a los grupos escolares, incorporar las nuevas tecnologías y los medios de difusión al laboratorio, así como participar activamente en la formación de nuevos arqueólogos subacuáticos.

Referencias

- Cerezo, F. (2019). Aprendizaje en investigación arqueológica subacuática. Los yacimientos escuela de La Ballenera, Arapal y el Timoncillo (Cádiz, España). Un ejemplo de investigación multidisciplinar a través de estudiantes de postgrado. *Magallánica. Revista de Historia moderna*, 11 (6), 152-180. ISSN 2422-779X
- Fernández, C. y Palacio, R. (2003): Introducción. *Monte Buciero*, nº 9: La conservación del Material Arqueológico Subacuático, pp. 11-14. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/82410>
- International Council on Monuments and Sites. (1996). *Carta internacional sobre la protección y la gestión del patrimonio cultural subacuático*. www.icomos.org/18thapril/underwater-esp.pdf
- Martí, J. (2004). Los materiales del pecio de la Ballenera. En C. Alonso (Ed.), *Bajo el mar: La restauración de las cerámicas de la Ballenera* (pp. 19-42). Cádiz, España: Junta de Andalucía.
- Ministerio de Cultura. (2010). Libro verde. Plan Nacional de Protección del Patrimonio Cultural Subacuático Español. Madrid, España: Secretaría General Técnica.
- Morón, R., Matas, L., Zambrano, L.C., Cerezo, F. y Bethencourt, M. (en prensa), Caracterización, diagnóstico y conservación de los lingotes de cobre del Pecio Arapal (Sancti Petri, Cádiz). En J. Barrio y M. Buendía (Coord.), *MetalEspaña 2020*. Congreso llevado a cabo en el Museo Nacional de Arqueología Subacuática, ARQUA, Cartagena.
- Pérez-Reverte, C. y Cerezo, F. (2019). De la extracción a la puesta en valor de los pecios históricos. Evolución conceptual de la puesta en valor de los hallazgos subacuáticos: un caso práctico, el proyecto “Isla Grosa”. En J.M. López y M.M. Ros (Coord.), *Phicaria, VII Encuentros Internacionales del Mediterráneo: La recuperación del patrimonio arqueológico sumergido: problemas y propuestas*. Encuentro llevado a cabo en la Universidad Popular de Mazarrón, Mazarrón.
- Querol, M.A. y Castillo, A. (2018). Documento de buenas prácticas en patrimonio mundial: Acciones integrales. En A. Castillo (Presidencia), *III Congreso Internacional de Buenas Prácticas en Patrimonio Mundial*. Congreso llevado a cabo en el Consell Insular de Menorca, Mahón.
- Soler, A., Font, A., Berni, P., García, E., Bernal-Casasola, D., Cau, M. Á., Cardell, J., y Munar, S. (2021). El singular conjunto de tituli picti del pecio de Ses Fontanelles (Mallorca, Islas Baleares) y su contribución a la epigrafía anfórica tardorromana hispánica. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 47(1), 287-317. <https://doi.org/10.15366/cupauam2021.47.1.010>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2001). *Convención de la UNESCO para la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000126065_spa