

BOLETÍN DEL
MUSEO
ARQUEOLÓGICO
NACIONAL

40 / 2021



Boletín del Museo Arqueológico Nacional

40 / 2021



Catálogo de publicaciones del Ministerio: www.libreria.culturaydeporte.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpag.mpr.gob.es>

Edición 2021



MINISTERIO DE CULTURA
Y DEPORTE

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Atención al
Ciudadano, Documentación y Publicaciones

© Del texto y las imágenes: sus autores

NIPO: 822-19-039-9
ISSN: 2341-3409

Consejo editorial

Director

Andrés Carretero Pérez
Museo Arqueológico Nacional (España)

Comité de redacción (Museo Arqueológico Nacional) (España)

Beatriz Campderá Gutiérrez
Ángeles Castellano Hernández
Dori Fernández Tapia
Eduardo Galán Domingo
M.^a Ángeles Granados Ortega
Carmen Marcos Alonso
Paloma Otero Morán
Esther Pons Mellado
Alicia Rodero Riaza
Virginia Salve Quejido

Consejo asesor

María Paz Aguiló Alonso
Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CSIC) (España)
(jubilada)
José M.^a Álvarez Martínez
Museo Nacional de Arte Romano (España) (jubilado)
Gonzalo Aranda Jiménez
Universidad de Granada (España)
Achim Arbeiter
Universität de Göttingen (Alemania)
Isabel Argerich Fernández
Instituto del Patrimonio Cultural de España
Joaquín Barrio
Universidad Autónoma de Madrid (España)
María Belén Deamos
Universidad de Sevilla (España)
Federico Bernaldo de Quirós
Universidad de León (España)
Marta Campo
Sociedad Iberoamericana de Estudios Numismáticos
(España)
Raquel Castelo Ruano
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Concha Cirujano Gutiérrez
Instituto del Patrimonio Cultural de España (España)
(jubilada)
Joaquín Córdoba Zoilo
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Teresa Chapa Brunet
Universidad Complutense de Madrid (España)
Carmen Dávila Buitrón
Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes
Culturales (Madrid, España)
Andrés Diego Espinel
Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente
Próximo (CSIC) (España)
Adolfo Domínguez Monedero
Universidad Autónoma de Madrid (España)

Editora técnica

Concha Papí Rodas
Museo Arqueológico Nacional (España)

Antonio Espinosa Ruiz
Vilamuseu (Red de Museos y Monumentos de Villajoyosa,
Alicante, España)
Ángela Franco Mata
Museo Arqueológico Nacional (España) (jubilada)
Sonia Gutiérrez Lloret
Universidad de Alicante (España)
Elías López-Romero González de la Aleja
Universidad Complutense de Madrid (España)
M.^a José López Grande
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Antonio Malpica Cuello
Universidad de Granada (España)
Isabel Martínez Navarrete
Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CSIC) (España)
Carlos Martínez Shaw
Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)
Juan Pereira Sieso
Universidad de Castilla-La Mancha (España)
Eloísa Pérez Santos
Universidad Complutense de Madrid (España)
Domingo Plácido Suárez
Universidad Complutense de Madrid (España) (jubilado)
Juan Antonio Quirós Castillo
Universidad del País Vasco (España)
José Luis de los Reyes Leoz
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Gonzalo Ruiz Zapatero
Universidad Complutense de Madrid (España)
Jesús Salas Álvarez
Universidad Complutense de Madrid (España)
Manuel Santonja Gómez
Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana
(España)
Mario Torelli
Universidad de Perugia (Italia)
Julio Torres
Museo Casa de la Moneda (España) (jubilado)

ÍNDICE

ARTÍCULOS

- Las primeras cerámicas a torno de cocción oxidante, importadas del área ibérica, en el centro de la Carpetania (siglos VI-V a. C.)**
Juan Francisco Blanco García 11
- Marcas sobre pesas de telar de Cabezo de Alcalá, Azaila (Teruel): estudio preliminar**
Aránzazu López Fernández 27
- La Dama de Baza. Nuevas aportaciones a su estudio iconográfico a través del color y la fotografía**
Teresa Chapa Brunet, María Belén Deamos, Alicia Rodero Rianza, Pedro Saura Ramos y Raquel Asiaín Román 47
- Hábitos epigráficos sobre cerámica en la villa romana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Los grafitos**
Javier del Hoyo, Ana María López Pérez, Raquel Castelo Ruano, Macarena Bustamante-Álvarez, Juan Francisco Blanco García y Mar Zamora Merchán 67
- El museo arqueológico de la Universidad de Sevilla. Piezas romanas procedentes de Carmo (Carmona, Sevilla)**
José Beltrán Fortes 95
- Precisiones sobre el hipogeo de la Necrópolis del Torrero documentado en 1856 en *Ilici* por Aureliano Ibarra**
Roberto Lorenzo de San Román 113
- Aproximación a las termas occidentales de *Ilici* a partir de sus materiales cerámicos de construcción**
Mercedes Tendero Porras y David González Ferré 129
- Conjunto de probables brazaletes de bronce altoimperiales procedentes de Monte Castrelo de Pelóu (Grandas de Salime, Asturias)**
Ángel Villa Valdés, Óscar García Vuelta y Rubén Montes López 147
- La vajilla de bronce de época tardorromana procedente del foro de *Segobriga***
Rosario Cebrián Fernández y Ignacio Hortelano Uceda 169
- Lampadarios cristianos tardoantiguos de Hispania. Evidencias de *Begastri* (Cabezo Roenas, Cehegín) e *Ilinum* (Tolmo de Minateda, Hellín)**
Antonio Manuel Poveda Navarro 185
- Algunas evidencias del mundo funerario tardoantiguo en el área meridional de Sierra Madrona (Sierra Morena)**
Macarena Fernández Rodríguez y Francisco Javier López Fernández 203
- A propósito de la pilastra visigoda de la colección Monsalud del Museo Arqueológico Nacional, Los Hitos y Pla de Nadal. Notas para la visibilidad de la escultura civil tardoantigua en la península ibérica**
Isabel Sánchez Ramos, Jorge Morín de Pablos y Rafael Barroso Cabera 221
- La mezquita de Tornerías: 175 años entre la suposición teórica y la certeza material**
Arturo Ruiz Taboada 237
- Y el Anciano del Polo Sur se quedó junto al Mediterráneo. Una figurilla del dios chino de la longevidad en el Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA) de Cartagena**
Irene Seco Serra 257

Lucernas con decoración «tipo rana» procedentes de Heracleópolis Magna del Museo Arqueológico Nacional Esther Pons Mellado	271
Un relieve egipcio del Reino Nuevo en el Museo Arqueológico Nacional (Madrid) Miguel Jaramago	285
Countermarks from the Museo Arqueológico Nacional in Madrid (I). Part A. The <i>LVI/clava inversa</i> (upright club): Imperial proclamation of Galba Rodolfo Martini	305
Entalle con la representación de Fortuna procedente del yacimiento romano de La Clínica (Calahorra, La Rioja) Rosa Aurora Luezas Pascual y José Manuel Martínez Torrecilla	321
Secuencia histórica de la propiedad de la Ermita de San Baudelio (Casillas de Berlanga, Soria), actual Anexo del Museo Numantino Elías Terés Navarro	339
José Pulido y Espinosa, catedrático de Arqueología Sagrada, y el discurso biográfico del cardenal Wiseman en la Real Academia de Arqueología y Geografía del Príncipe Alfonso en 1867 Gloria Munilla Cabrillana y Francisco Gracia Alonso	353
Riccardo Colucci, la fragata blindada <i>Arapiles</i> y la colección de antigüedades chipriotas del Museo Arqueológico Nacional Azael Varas Mazagatos y Sergio España-Chamorro	367
El objeto histórico: del museo a internet a través de la fotogrametría Miguel Martínez Sánchez, José Javier Martínez García, Rafael González Fernández y Antonio Flores García	379
Las exposiciones del Palacio Episcopal de Málaga (2014-2019): espacialidad arquitectónica y ambientación lumínica aplicadas a la escultura devocional Javier González Torres	395
VARIA	
El sarcófago de <i>Pomponia Agrippina</i>: ¿una pieza ostiense en el MAN? Lucio Benedetti	413
Esculturas funerarias de mujeres tardomedievales de alto rango en el Museo Arqueológico Nacional Sonia Morales Cano	419
EL MUSEO DESDE DENTRO	
Aproximación a la investigación externa de fondos adscritos al Departamento de Prehistoria del Museo Arqueológico Nacional en los inicios del siglo XXI (2005-2019) Juan Antonio Martos, Eduardo Galán y Ruth Maicas	427
«Las artes del metal en al-Ándalus»: síntesis del proyecto expositivo Sergio Vidal Álvarez, Beatriz Campderá Gutiérrez, Solène de Pablos Hamon, Estrella Martín Castellano, Pilar Arias Arias, Silvia Sánchez González, Diego García-Setién Terol, Jorge Hernández Sanz y Miguel Pedraza Polo	441

<i>Tocando la historia. Una colaboración con el Teatro Real</i>	461
Paloma Otero Morán	
40 números del <i>Boletín del Museo Arqueológico Nacional</i>. Historia y análisis bibliométrico	471
Concha Papí Rodas y Silvia Cobo Serrano	
El primer itinerario museográfico sobre historia de la conservación y la restauración: un proyecto de colaboración entre la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Madrid (ESCRBC) y el Museo Arqueológico Nacional (MAN)	485
Carmen Dávila Buitrón, Bárbara Culubret Worms, Margarita Arroyo Macarro, Bianca Hernández Pool, Durgha Orozco Delgado, Silvia Montero Redondo, Ángel Gea García, Marta Rodríguez Santos y Patricia Melchor Rivas	
Actuaciones en el exterior del Museo Arqueológico Nacional durante el estado de alarma por COVID-19, en el marco de los planes de salvaguarda de bienes culturales	501
Teresa Gómez Espinosa	
Las Jornadas Europeas de Arqueología 2020 en el Museo Arqueológico Nacional: colaboración interdepartamental ante un reto digital	507
Débora Sonllewa Jiménez, Estrella Martín Castellano, Susana de Luis Mariño y Elena Aznar Medina	
Comunicar en tiempos de coronavirus: la estrategia del Museo Arqueológico Nacional	525
Estrella Martín Castellano y Pilar Arias Arias	
Vitrina CERO. «Cuando los elefantes caminaban por Madrid»	543
Juan Antonio Martos Romero	
Una Vitrina CERO sobre cerámicas sociales: la introducción del torno alfarero en la península ibérica a través del yacimiento de Las Cogotas (Cardeñosa, Ávila)	553
Esperanza Manso Martín, Juan Jesús Padilla Fernández, Susana de Luis Mariño y Alicia Rodero Rianza	

El objeto histórico: del museo a internet a través de la fotogrametría

Historical object: from the museum to the internet through Photogrammetry

Miguel Martínez Sánchez (miguel.martinez10@um.es)

José Javier Martínez García (josejaviermartinez@um.es)

Rafael González Fernández (rafaelg@um.es)

Grupo de Investigación Antigüedad y Cristianismo. Universidad de Murcia (España)

Antonio Flores García (tonifloresgarcía@gmail.com)

Arqueólogo autónomo

Resumen: Durante el año 2019 se realizó un trabajo de transferencia cultural dentro de la Universidad de Murcia en el ámbito de la Región de Murcia. El objetivo de dicho trabajo fue generar un banco de datos con modelos digitales de piezas de museos orientado a la documentación tridimensional y exposición virtual de estas. Para la realización de este se ha aplicado la tecnología fotogramétrica, de bajo coste en dinero, recursos humanos y tiempo para los miembros involucrados. Los resultados del proyecto han permitido poner de manifiesto la capacidad de las instituciones para realizar alternativas de divulgación cultural, entre las cuales se encuentran las exposiciones mediante salas digitales, las réplicas 3D, la creación de reproducciones de bajo coste, así como la adaptación para aquellas personas cuyas cualidades cognitivas lo requieran, caso de los T.E.A. Este proyecto ha servido para despertar un debate en el ámbito museístico local y la rama profesional de la Historia y Arqueología sobre la posibilidad de ampliar el abanico de medidas para la protección y divulgación del patrimonio en el siglo XXI.

Palabras clave: Fotogrametría. 3D. Museos. Patrimonio digital. Transferencia cultural. Virtualización.

Abstract: During the year 2019 was carried out a work of cultural transference within the University of Murcia in the area of the Region of Murcia. The aim of this work was to generate a database with digital reproductions of museum pieces, aimed at three-dimensional documentation and their virtual exhibition. For the realization of the same work has been applied photogrammetric technology of low-cost investment in money, human resources and time for the members involved. The results of the project have highlighted the institutions capacity to implement alternative cultural dissemination through digital exhibiton rooms, 3D replicas, the creation of low-cost reproductions, as well as by the adaptation of those resources for those whose cognitive qualities require it, such as ASD. This project has raised a debate in the framework of the local museums and the professional branch of History and Archaeology on the possibility of expanding the range of measures that should be taken to protect and disseminate the cultural heritage in the twenty-first century.

Keywords: Photogrammetry. 3D. Museums. Digital heritage. Cultural transfer. Virtualization.



Introducción

El comienzo del siglo XXI ha supuesto una revolución en la concepción de la relación del público con el patrimonio cultural. Por un lado, los avances en las tecnologías digitales de 3D, almacenamiento en nube y divulgación en redes sociales han conseguido abaratar enormemente los costes de la transformación de todo tipo de elementos patrimoniales reales a réplicas digitales, gracias a técnicas como el escaneado láser portátil, el uso de motores de 3D de diferentes plataformas o la implementación de la documentación espacial desde la ingeniería hasta incorporarse a elementos tan cotidianos como los sensores de un *smartphone*, los efectos en cinematografía o los motores de los videojuegos. A la misma vez, la humanidad ha vivido una serie de eventos que han cambiado enormemente la forma de tomar contacto con el patrimonio que le rodea. Episodios como la violenta destrucción de restos arqueológicos en Próximo Oriente por parte de grupos terroristas como DAESH han provocado la pérdida de muchos monumentos en Mosul o Palmira, entre otros lugares. Estos actos criminales mostraron en todos los medios de comunicación la fragilidad del patrimonio arqueológico ante la destrucción y tráfico de antigüedades todavía vigentes en el mundo. También han resultado de extrema importancia la irrupción del *social networking* como una nueva manera de relacionarse digitalmente. La llegada en 2020 de la pandemia conocida como COVID-19 también ha puesto de manifiesto las dificultades a las que se tienen que enfrentar las instituciones encargadas de velar por el patrimonio, algunas de gran calado para el sector como ha sido el caso de ofrecer alternativas que permitan al público poder visitar museos y evitar generar situaciones de aglomeraciones en lugares históricos, dado que las diversas legislaciones elaboradas para evitar el contagio masivo en la sociedad han primado la seguridad y el distanciamiento social como prevención ante la epidemia actual.

Es evidente que la percepción del visitante del museo está muy relacionada con las especiales características de este y la exhibición de las piezas, puesto que esos aspectos son cruciales en el proceso de conocimiento y experiencia que se ofrece al visitante (Gherardini; Santachiara, y Leali, 2019: 68; Krukar, 2014: 181). Por ello, nuestro objetivo principal del proyecto ha sido tender un puente entre la museología tradicional, presente en la mayoría de salas permanentes o temporales de los museos arqueológicos de nuestro país, y la nueva percepción del consumo cultural, que ha convertido a la visita virtual o la divulgación a través del *Social Networking* en una actividad de alto valor añadido y con gran capacidad para generar una nueva conciencia sobre la existencia y el valor de nuestro patrimonio cultural (Partarakis *et alii*, 2018: 203; Puma; Rossi, y Nicastro, 2019: 343). A través del volcado de reproducciones 3D en la red, podíamos abrir una interfaz nueva con la que regenerar la experiencia de visitar un museo y darle un nuevo significado, no solo en cuanto a contenido sino también en cuanto a forma, adaptando el discurso museístico a diferentes situaciones personales y necesidades especiales que pudiesen presentarse.

A lo largo de los últimos años, la influencia de los medios digitales en la gestión patrimonial ha ido creciendo. Una de las ventajas para el campo del patrimonio ha sido poder traspasar las fronteras físicas mediante las llamadas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su consiguiente integración en aparatos como los teléfonos y ordenadores, que han dado pie a que los usuarios conozcan mejor el patrimonio (Marqués, 2018: 110-113) e incluso a incentivar visitas posteriores (MacDonald, 2006: 445-466). Así, el consumo masivo de redes sociales ha facilitado el diálogo entre las instituciones culturales y la sociedad como nunca antes se había hecho. Pese a que ya desde los años noventa se venía usando el concepto de «Virtual Archaeology» (Reilly, 1990: 133-139) y desde entonces han ido evolucionando sus diferentes conceptos (López-Menchero, y Grande, 2011: 171-175), líneas, sistemas y aplicaciones (Almagro, 2019: 5), las tecnologías 3D representan una de las últimas tendencias en historia y arqueología, de ahí el nacimiento de este proyecto.

Objetivos del proyecto

El proyecto piloto E-Museos surgió durante el año 2019 en el seno de la Universidad de Murcia, realizado mediante la financiación conseguida a través de la ayuda para la transferencia de la Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación de la Universidad de Murcia (convocatoria 2019). El principal objetivo fue la creación de un repositorio digital con las principales piezas arqueológicas de la red de museos de la Región de Murcia a través de las plataformas digitales disponibles en Internet. Se buscaba una nueva vía para acercar el patrimonio cultural al público y democratizar el acceso digital a las colecciones museísticas. Además, este trabajo serviría como herramienta para la difusión de colecciones de museos pequeños, acostumbrados a contar con unas instalaciones y medios más limitada, dada su menor afluencia, colecciones y presupuesto (Gaiani; Fabrizio, y Fantini, 2020: 180). La posibilidad de tener una colección digital permitía exponer incluso aquellas piezas normalmente conservadas en almacenes. También se tuvo en cuenta el papel de la tecnología como medio para la preservación museística, perpetuando el objeto gracias a su paso al entorno digital y dando al público la oportunidad de visitarlo en 360° y descargarlo para poder imprimir una réplica en 3D, proceso que ya ha resultado exitoso en otros proyectos (Puma; Rossi, y Nicastro, 2019). Dichas réplicas servirían no solo como materiales de divulgación histórica, sino también como «copias» en formato digital de las piezas reales. Esta función del 3D tenía una vertiente social y otra profesional, en donde el proyecto actuase como un revalorizador del patrimonio a nivel interno, para compartir entre profesionales, y externo, para la sociedad. Así, el objeto se enriquecía con nuevos usos, ya fuese el mero placer de la visita o incluso la aplicación en la enseñanza, volviendo activo el espacio museístico (Fainholc, 2016: 30) y dotando a la informática de un rol estratégico en la transmisión del conocimiento (Moscati, 2019: 33).

Partiendo de estos objetivos desarrollamos a lo largo del año un proyecto en el cual se primase el valor de la pieza arqueológica por sí misma, así como la necesidad de hacer partícipe al público de la propia protección del patrimonio. Este principio no solo responde a lo que en filosofía se denomina el «bien interno» de una profesión sino también a los principios más esenciales de la ética científica, según los cuales debemos expresar el producto de nuestro trabajo de una manera abierta, flexible e integradora para el público, sea especialista o no en la materia. Al mismo tiempo, la transferencia cultural desde la universidad lleva consigo el mantenimiento de un espíritu de adaptación a las necesidades especiales de cada persona, reconocidas en la ley y presentes en nuestra sociedad. Así, pretendemos estimular una «Nueva Museología» (Partarakis *et alii*, 2018: 196) que mantenga la filosofía tradicional de los museos pero que pueda responder a la participación de los visitantes. Poner estas piezas arqueológicas a su disposición y realizar un proceso de una forma didáctica y atractiva resultó ser la mejor estrategia para favorecer la difusión de la cultura a la vez que se creaban nuevos recorridos alternativos y espacios digitales en el ámbito museístico (Bellido, 2001: 129-154; Sabbatini, 2004: 256-260).

Estado previo y antecedentes

En la fase inicial del proyecto se realizó una consulta previa a un grupo de directores del Sistema Regional de Museos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia¹ para evaluar el estado actual en el que se encontraban las colecciones y su presencia en Internet, así como de qué herramienta hacían uso algunos museos para llevar a cabo iniciativas con las que visibilizar sus colecciones en red. Este diagnóstico buscaba así generar unas líneas de trabajo sobre las que poder optimizar los pasos del proyecto. De este análisis previo sobre su presencia en plataformas digitales se dedujeron los siguientes puntos que permitieron programar un calendario de actuaciones (fig. 1):

¹ <https://www.museosregiondemurcia.es/>

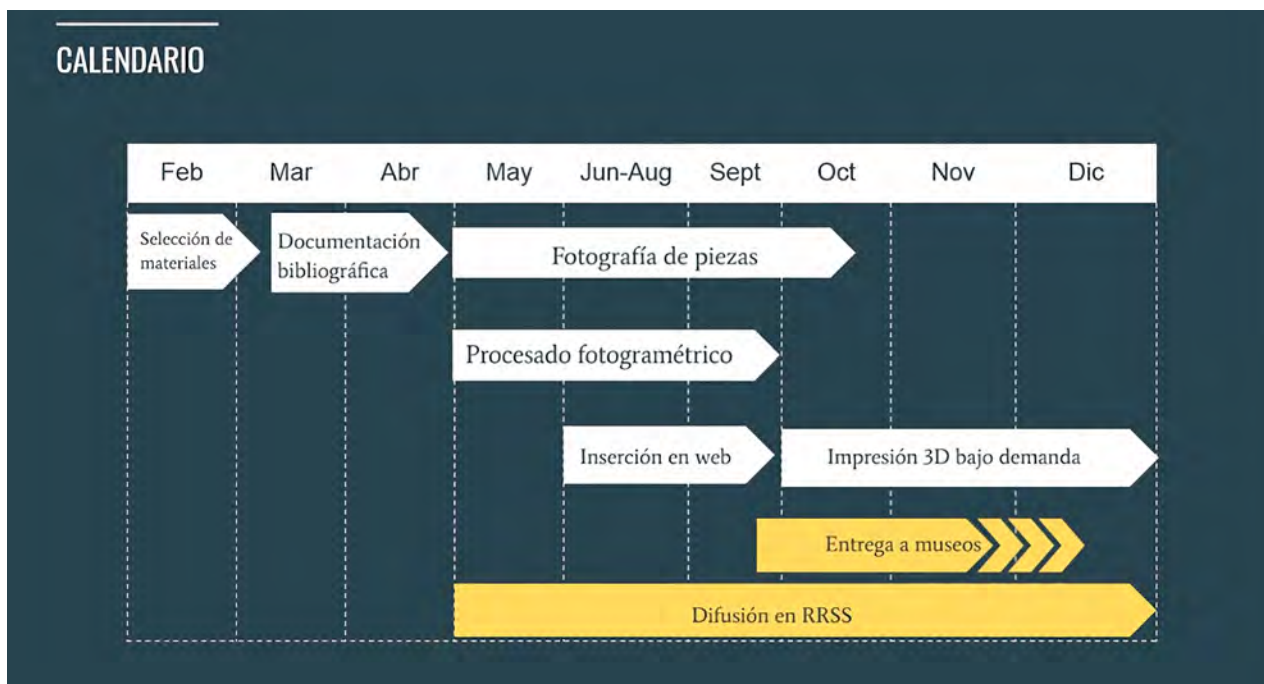


Fig. 1. Calendario del proyecto.

1. Colecciones permanentes difíciles de renovar debido al alto coste presupuestario.
2. Sitios webs de los museos con poca variedad de recursos interactivos.
3. Poca presencia de los museos en las redes sociales, escasez de *feedback* con el público y ausencia de nuevo contenido que actualice su presencia digital.
4. Escasez general de recursos para personas con discapacidades psíquicas como los Trastornos del Espectro Autista (TEA), cuyas características les hacen más propensos a aprender mediante la vista y el tacto frente a la parcial abstracción del discurso museístico antiguo.
5. Necesidad de dotar al visitante de una mayor libertad para interactuar con las piezas mediante modelos digitales y de copias impresas en 3D (Pérez *et alii*, 2011: 121-125; Martín, y Parés, 2020: 965-968).

Una vez marcados estos puntos, el desarrollo del proyecto se planificó para ser cumplido a lo largo del año 2019, realizándose las primeras reuniones con los museos en el mes de febrero. Para ello se realizó una «Jornada sobre fotogrametría y su aplicación a la arqueología y los museos» en el Museo Arqueológico de Murcia (fig. 2), orientada a realizar una presentación sobre la propuesta del proyecto y una proyección de los posibles resultados. En este encuentro se optó por realizar un proyecto a corto plazo de musealización virtualizada en 3D, basándonos en las nuevas técnicas fotogramétricas, así como uno a largo plazo en el cual se plantearía la impresión de los modelos mediante impresoras 3D con acabados finales en texturas realistas (cerámica, piedra, metal, etc.). Dicha reunión también hizo



Fig. 2. Jornada presentación del proyecto.

posible un acercamiento entre los diferentes directores de museos y el equipo técnico del proyecto, gracias al cual se mantuvo un intercambio de ideas muy positivo con todos los miembros presentes, tras el cual se pactó realizar un calendario de visitas y fases para todo el trabajo físico y virtual sobre las piezas, así como una serie de criterios y normas de común cumplimiento para la mayor optimización de los recursos humanos y físicos de cada lugar:

- Primar la protección de las piezas, evitando digitalizar aquellas piezas más delicadas en un periodo del año que pusiese en riesgo su integridad.
- Flexibilizar la interacción del equipo técnico con el personal del museo, aprovechando la realización de campañas arqueológicas para hacer posible las visitas múltiples a los museos.
- Repartir las visitas para dar tiempo a los siguientes museos para prepararse ante la visita a nivel administrativo, museográfico y de conservación de las piezas a tratar.
- Evitar al máximo cualquier irrupción de la normalidad establecida en el museo, evitando perjudicar el ritmo ordinario.
- Coordinar cualquier acción entre el equipo y los museos antes, durante y después del proyecto.

Metodología del proyecto

Selección

Tras las primeras reuniones con los directores y directoras de cada centro, se acordó con los titulares de los museos participantes que el criterio para la selección de las piezas fuese el de primacía e importancia de la pieza seleccionada sobre la colección permanente, es decir, digitalizar aquellos objetos más representativos dentro de cada una de las colecciones museográficas de la Región de Murcia. Se tomó esta decisión tras valorar el reducido número de aquellas que se podían digitalizar en el tiempo establecido por el proyecto y el alto número de piezas representativas conservadas en los museos participantes, por lo que se optó por dividir la cantidad de piezas e intentar abarcar más colecciones.

- Museo Regional de Arte Moderno (Cartagena): Iniciales en piedra de la Casa Aguirre. Moldura de dintel con decoración de abeja.
- Museo del Vino de Bullas: Figura de caballo prehistórico. Olla de cocina. Cabeza femenina. Lucerna romana. Cerámica. Dama ibérica. Sello de panadero. Lucerna con motivo de lepórido.
- Museo Arqueológico Municipal La Soledad (Caravaca de la Cruz): Exvoto del santuario de la Encarnación. Capitel jónico del santuario de La Encarnación.
- Museo Arqueológico Municipal de Cehegín: Sarcófago de Adán. Sarcófago paleocristiano con resurrección. Fragmento de sarcófago. Sarcófago de la epifanía. Figura togada de sarcófago. Representación de equino en bulto redondo. Basa de mármol romana. Columnita andalusí.
- Museo de Siyâsa (Cieza): Jarra andalusí con decoración simbólica. Pórtico almohade.
- Museo Arqueológico Municipal Jerónimo Molina (Jumilla): Urna. Pebetero de Tanit. Cuchara calcolítica. Jarra islámica. *Oinochoe* ibérico. *Kylix* ática. Olla de bronce.
- Museo Arqueológico Municipal Cayetano de Mergelina (Yecla): Dama ibérica.
- Museo Etnológico de la Huerta de Murcia: Chocolatera. Caldera para conservas.
- Museo Arqueológico de Murcia: *Kalathos* del Cabecico del Tesoro. Copa argárica (Cabezo Negro, Lorca).

Documentación

Tras elegir las piezas a digitalizar se puso en manos de los directores de cada museo la tarea de realizar



Fig. 3. Toma de medidas sobre un *oinochoe* ibérico.

una ficha técnica de cada una de ellas durante el período de elaboración del modelo. Esta ficha serviría como información complementaria a los datos gráficos recogidos, de manera que luego se pudiese generar una cartela digital. Los datos contenidos se utilizarían posteriormente para completar su descripción en la galería y para añadir notas ilustrativas sobre el modelo, señalando aspectos significativos dentro de la propia pieza mediante paneles interactivos desplegable dentro del visor 3D en web. Este proceso de documentación también se completó tomando diferentes medidas de cada una de ellas, anotando otros datos técnicos como el material, el origen del descubrimiento y número de inventario, entre otros. Agrupando los datos gráficos con los técnicos, se pudo generar una ficha individualizada para cada pieza, lo cual permitió ordenar los datos antes de su volcado digital.

Toma de imágenes

En esta fase se hizo necesario el desplazamiento a cada uno de los museos para tomar fotografías de los objetos elegidos, pero para ello se decidió seguir, como hemos comentado anteriormente, una planificación del trabajo en forma de calendario de visitas y preparativos previos en el museo. Esta fase se realizó de forma meditada y estudiada, teniendo en cuenta otros estudios de casos analizados sobre instituciones similares (Barreau *et alii*, 2020; Martínez; Ortiz, y Gil, 2013), siguiendo también otras guías de buenas prácticas (Gaiani; Fabrizio, y Fantini, 2020) y metodologías ya conocidas (Arévalo; Bayona, y Rincón, 2015; Caro, y Hansen, 2015; Moya-Maleno *et alii*, 2015). Al igual que otros investigadores, se consideró necesario para asegurar un trabajo de calidad la utilización de unos estándares internacionales de trabajo, en los cuales los principios metodológicos usados fuesen el resultado de un lenguaje interdisciplinar en el cual se tuviese en cuenta la aportación de cada uno de los diferentes especialistas (Aparicio, y Figueiredo, 2017: 241-242).

Durante la visita a cada uno de los museos, bajo la supervisión de directores y conservadores, se procedió a la manipulación y documentación fotogramétrica de las piezas (fig. 3). Dicha documentación fue realizada mediante una tirada múltiple de imágenes en diferentes planos, conformando un registro en 360 grados sobre el objeto. Para ello se hizo uso de una cámara de fotos de formato completo (*full frame*), dotada de un objetivo zoom estándar de 24 a 70 mm con apertura de diafragma pequeña e ISO en niveles mínimos. Para asegurar que las fotografías fuesen limpias y uniformes, se utilizó una iluminación difusa con dos focos de luz LED y un portafondos de color blanco (fig. 4). Dicha luz cumplía con los estándares de protección para la pieza a pesar de ser luz continua, al no ser dañina como otras bombillas (neón, xenón o emisión de frecuencias ultravioletas). Para una mayor calibración del color, se hizo uso de una escala de grises calibrada y se optó por una temperatura de color de 4500K sobre el foco, evitando así manipular los colores reales de cada pieza. Con el objetivo de que las tomas fotogramétricas fuesen correctas, se optó por utilizar una calibración fotométrica mediante una aplicación de *smartphone*, igualando la luz de los focos con la exposición de la cámara para mantener en toda fotografía un ISO a valor 100, una obturación no menor de 1/160 segundos, un diafragma mayor de F8 y el recurso, en caso de ser piezas muy pequeñas, de un trípode junto a una base rotativa que permitiese girar sobre un eje el

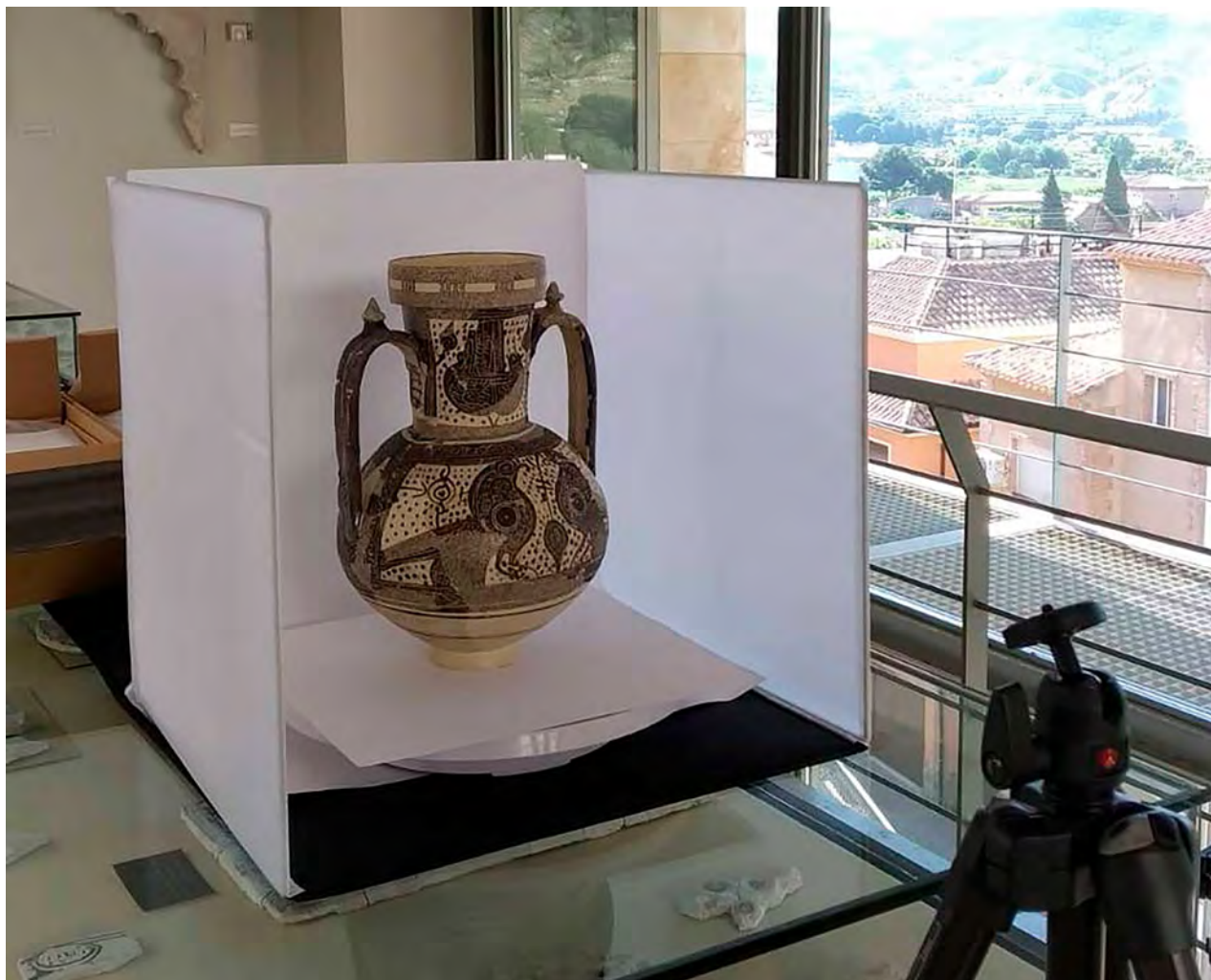


Fig. 4. Ejemplo de toma fotográfica.

modelo. Las tomas fueron realizadas en formato RAW sobre códec CANON (.cr2), con una media de 45-50 megabytes por imagen.

Finalmente, en cuanto a la metodología utilizada en la toma fotográfica, se optó por aplicar una rotación alrededor del objeto de unos 15° en cada posición, alternando hasta 5 ángulos diferentes sobre cada eje. Este proceso de documentación gráfica permitió obtener de cada pieza una «esfera» de imágenes alrededor de esta, la cual fue transformada luego en datos tridimensionales basados en los detalles obtenidos en cada una de las imágenes. Al mismo tiempo, la alternancia de ángulos hizo que no quedase ningún hueco sin documentar, especialmente en aquellas piezas de pequeño tamaño y bulto redondo, cuya documentación tradicional resultaba más complicada. Gracias a este procedimiento, los resultados en la fase de postprocesado mantenían la calidad máxima, pudiendo ser decimados para un posterior alojamiento y visualización web.

Procesado

Con el trabajo en museo finalizado, se procedió al procesado y combinación de las fotografías mediante *software* dedicado, depurando los modelos resultantes para obtener el objeto en tres dimensiones final que sería incorporado a la galería *online*. En primer lugar, se realizó un ajuste de histogramas en *software* libre de edición RAW, con especial atención a los datos de ruido digital,

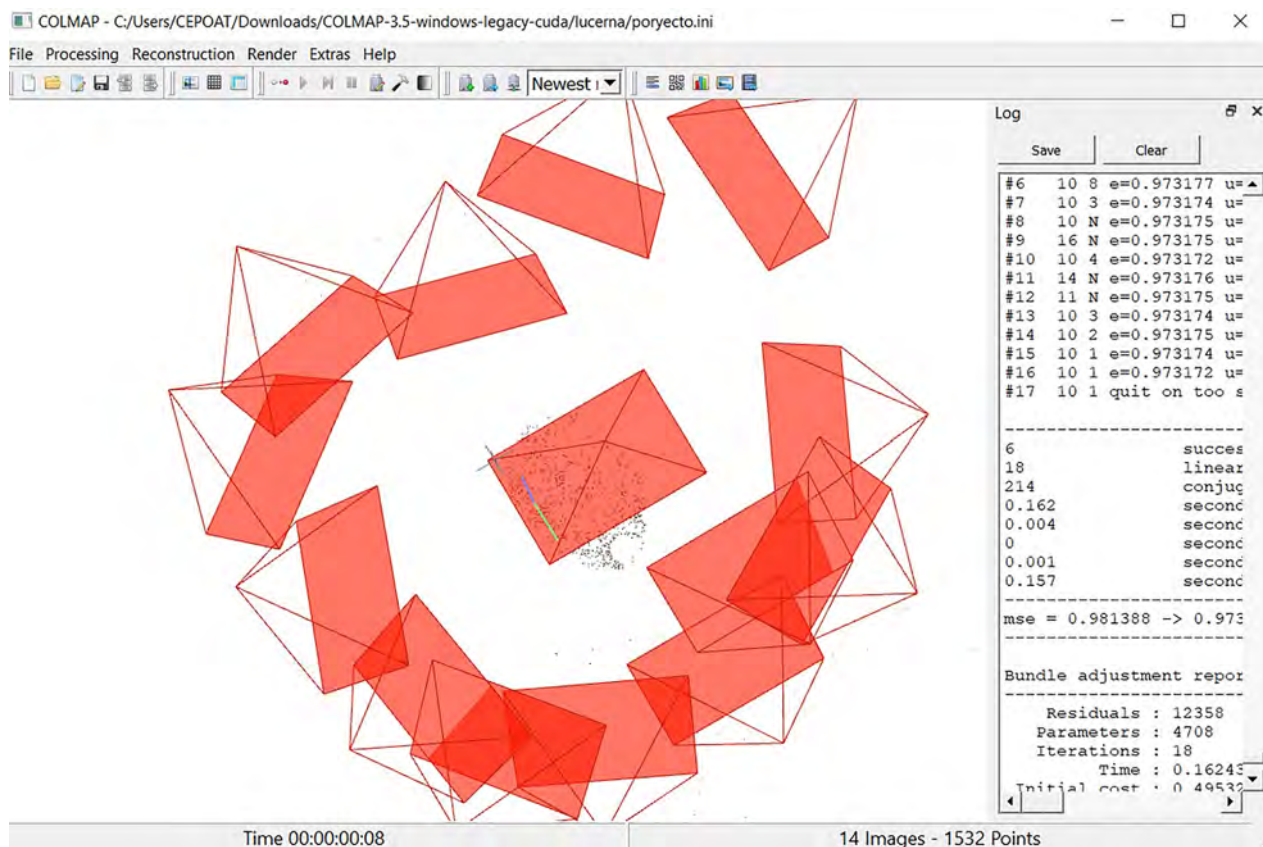


Fig. 5. Procesado en Colmap.

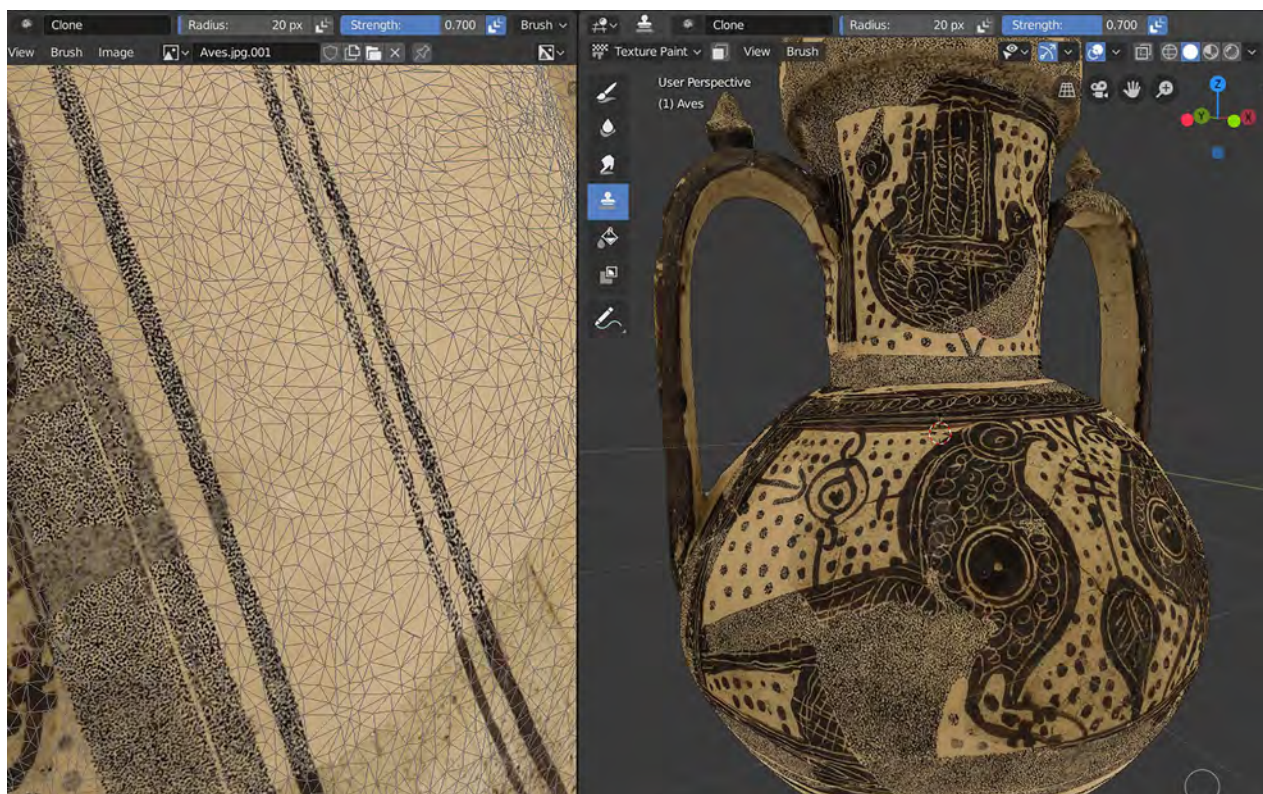


Fig. 6. Procesado de malla en Blender.



Fig. 7. Modelado en *Blender*.

nivel de iluminación y detalles de color de cada imagen. Acto seguido se procedió a la exportación de todas las imágenes transformadas a formato JPEG y posterior volcado de estas en un *software* de fotogrametría de libre uso. Dado que el proyecto fue financiado con dinero público y realizado en las instalaciones de la Universidad de Murcia, se optó por elegir programas de libre acceso y descarga, los cuales han permitido replicar los resultados obtenidos en otros ordenadores sin ninguna incompatibilidad por licencia de *software*. La edición y postprocesado de imágenes RAW fue realizada mediante los programas *GIMP* y *Darktable*, mientras que la transformación a modelos tridimensionales se llevó a cabo con *Colmap* (fig. 5) para las nubes de puntos, *Meshtool* para la transformación de la malla e incorporación de texturas y *Blender* para el postprocesado (figs. 6 y 7). En este último paso se aprovechó para corregir la orientación de la pieza, cerrar posibles agujeros en la malla y corregir las texturas.

Lanzamiento *online*

Tras comprobar la correcta visualización de cada modelo y obtener la conformidad del director responsable, se procedió a hacer entrega del código de inserción web del visor 3D mediante la plataforma *Sketchfab* a cada museo. Una vez obtenido el visto bueno de cada uno de los museos, se llevó a cabo una inserción por código HTML en las diferentes webs, destacando la difusión de imágenes, modelos 3D y vídeos en plataformas digitales de uso masivo (Facebook, Twitter, Instagram). Esta difusión en redes sociales hizo que las instituciones culturales obtuviesen un *feedback* instantáneo del público a través de comentarios. Mediante el uso de nubes de datos, se pusieron a disposición de los museos los enlaces web para compartir el contenido en sus redes institucionales. Finalmente se pasó a la creación de una web propia dentro de la Universidad de Murcia², para albergar los resultados del proyecto en un mismo lugar en donde actualmente se pueden encontrar las piezas realizadas, incluidas las que aquí se muestran de ejemplo (figs. 8 y 9).

² <https://www.um.es/antiguedadycristianismo/emuseos>



Fig. 8. Ejemplo en Sketchfab de Kalathos.



Fig. 9. Ejemplo en Sketchfab de Kylix.



Fig. 10. Réplica 3D de una estancia de la *villa* romana de Los Villaricos (Murcia).

Los modelos quedaron finalmente tanto a disposición del equipo del proyecto como de los museos y el público en general, ya que se dejó abierta la opción de descarga libre en formato.obj desde la propia web de *Sketchfab*, insertando un nivel más de acceso al objeto y uso de este por parte del usuario. Dado que los modelos pueden ser replicados mediante una impresora 3D, se permitió que tanto museos como otros actores con responsabilidad pedagógica pudiesen utilizar las réplicas para fines educativos, una iniciativa que ya había mostrado buenos resultados en otros casos ya documentados (Marqués *et alii*, 2018: 252). Un ejemplo de esta aplicación sería la impresión de modelos en escuelas, donde puedan ser manejados por los docentes y alumnos con total libertad, dando cabida a la creación de «museos impresos» donde se pueda trabajar la materialidad del patrimonio arqueológico. Estas réplicas en 3D ofrecen en el ámbito didáctico un campo de trabajo nuevo para el alumno, ya que actúan como punto intermedio entre el aprendizaje digital del repositorio de modelos y el aprendizaje tradicional del libro y el contenido histórico escrito. Al generar un vínculo físico entre esos dos campos, el alumno puede así desarrollar una memoria sensorial y emocional que le facilite recordar mucho mejor los conceptos históricos aprendidos en clase. Además, los museos que impriman piezas en 3D pueden disponer de réplicas para actividades didácticas, como ha ocurrido en el *Vilamuseu* (Marqués *et alii*, 2018: 258).

Resultados preliminares

A través de la realización de este proyecto se hizo patente la capacidad y potencia de este para no solo llevar a cabo un registro preciso, sino también poder determinar alteraciones físicas (Portalés; Alonso, y Viñals, 2017: 75) o el posterior uso de estos modelos para la anastilosis virtual. De la misma manera, la fotogrametría tiene su aplicación en los yacimientos arqueológicos (fig. 10) en cuanto que no afecta el estado de conservación de las ruinas originales (Rascón, y Sánchez, 2008: 75). La colección resultante de este proyecto de transferencia cultural ha permitido a cualquier interesado acceder a

una selección de 36 piezas ejemplares de gran parte de los museos arqueológicos e históricos de la Región de Murcia. Hasta el momento, solo era posible observar estos objetos acudiendo físicamente al espacio en el que se conservan, pero gracias a esta nueva «sala virtual» un internauta puede llegar a ver diferentes salas de museo de manera digital sin que sea obligatorio trasladarse físicamente a él. Todo el material queda a disposición del público para que se puedan desarrollar nuevas ideas y usos a partir de este, ya sea mediante su descarga e impresión 3D en museos y colegios con fines didácticos, o incluso durante la propia visita al museo para apreciar partes de los objetos que en vitrina no son observables. El público general y también el especialista ya pueden disfrutar de las piezas y elementos arquitectónicos reunidos en esta colección, de manera libre, desde cualquier ángulo y con gran detalle. Al mismo tiempo, el usuario puede acceder libremente a la descarga del modelo para aprovechar el recurso en otros usos ya mencionados anteriormente, como la recreación mediante réplicas de museo, el uso de modelos en el aula o el aprovechamiento de los recursos 3D para la docencia, vinculando mediante objetos digitales un episodio histórico con una materialidad arqueológica local y, por tanto, cercana al estudiante, permitiendo el trabajo colaborativo entre estudiantes y docentes (Elisondo, y Melgar, 2019: 158; Santibáñez, 2006: 157).

La creación de modelos mediante fotogrametría ha hecho posible renovar el registro de piezas arqueológicas, especialmente en el ámbito científico, puesto que los errores que se podían cometer en las mediciones sobre las piezas y su representación en dibujos en 2D limitaban su precisión y estudio. La gran variedad de aplicaciones *software* y *hardware* disponibles para la toma de datos hoy en día da un gran abanico de posibilidades en función del objetivo al que se pretenda llegar. En el caso de este proyecto, nuestra intención no era focalizar los trabajos únicamente en la adquisición de datos científicos, sino que desde el primer momento se buscaba un sistema sencillo, económico y rápido de adquisición de datos, pese a sus pequeños fallos e imprecisiones, aunque existen otros medios de mayor calibración como el *laser scanner*. Por tanto, un análisis comparativo de las diferentes plataformas de visualización de objetos y los sistemas de adquisición de los datos puede ser de ayuda en la toma de decisiones futuras (Statham, 2019: 11), sobre todo en función del objetivo final del proyecto y el presupuesto con el que cuente cada equipo.

Se pretende en futuros proyectos la realización de impresión 3D en alta calidad de todo el catálogo, ya que con la obtención de los modelos de alta precisión se facilita el reconocimiento táctil de las piezas a las personas con discapacidad visual, un elemento que suele ser muy demandado en los museos y que no siempre ha estado al alcance de todas las exposiciones. También se ha querido hacer un alegato al acceso visual libre a la cultura material, traspasando esos límites tradicionales de la vitrina y permitiendo que, bien a través de sus *smartphones*, o bien mediante *tablets* cedidas por los museos, algunos visitantes con capacidades cognitivas diversas, como es el caso de los invidentes o las personas con Trastornos del Espectro Autista, para que puedan disfrutar de una forma diferente de la visita al museo y acceder al conocimiento del patrimonio histórico local con las adaptaciones físicas y cognitivas requeridas para sus necesidades personales. Se ha buscado tener una mejora para aquellas personas cuyas necesidades lo requieren como para otras a las que, sencillamente, les abre otro lenguaje dentro de la oferta del museo mediante otras narrativas (Brumana *et alii*, 2018: 36).

Sería ideal que el proyecto crezca de manera autónoma mediante la participación de personal del museo y estudiantes en prácticas que quieran aprender las técnicas fotogramétricas para poder usarlas posteriormente en sus investigaciones o aplicarlas más tarde en el trabajo arqueológico (Cruzado; Jiménez, y Castillo, 2019: 62). El carácter visual, explicativo e interactivo del lenguaje 3D genera una nueva conexión del público infantil con el patrimonio, mucho más atractiva para ellos y que asegura un estímulo positivo que anime a que vuelvan a visitar y conocer mejor las instalaciones museísticas y sus colecciones. De este modo, la pieza original no correría ningún riesgo y la experiencia sensorial se vería significativamente mejorada, sin mermar en ningún modo en la musealización ya existente. Con la colaboración de más profesionales y la suma de un mayor número

de instituciones, será posible el día de mañana aumentar el catálogo y permitir en un futuro la creación de una red interprovincial de museos digitales, en una constante formación de profesionales y apostando por formar a nuevas generaciones de historiadores en las nuevas tecnologías, las cuales suponen un desafío en la adaptación de los programas existentes en la educación universitaria (Elisondo, y Melgar, 2019: 155), que hoy en día se encuentra todavía en vías de adaptarse a los nuevos paradigmas digitales y el aprovechar las múltiples salidas profesionales que ofrece el 3D para los profesionales del patrimonio.

Conclusiones

El acceso virtual al patrimonio es condición *sine qua non* para poder valorarlo en su justa medida, así como para su posterior conservación, puesto que la comprensión del valor simbólico del patrimonio es necesaria para su conservación (Ateca, 2019: 44). Este principio, recogido en la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, pervive en las nuevas tecnologías y las TICs, a través de un espíritu de conservación, divulgación y estudio de nuestra cultura material. La creación de piezas virtuales nos ha permitido introducir un cambio en el rol de visitante de museo, tan asumido por la sociedad y normalmente asociado a un papel pasivo (Guidi *et alii*, 2010: 242). Con esta introducción de la interacción digital se ha pasado del simple observador al sujeto activo, al permitir no solo deambular por un museo sino también tener la oportunidad de explorar cada pieza desde cualquier parte del mundo, ser capaz de aprender mediante una visualización libre e incluso poder tenerla físicamente gracias a la tecnología de impresión 3D.

Hemos conseguido incorporar una herramienta para que cada visitante pueda convertirse en un colaborador más en la difusión del patrimonio a nivel local, nacional e incluso internacional (Luigini *et alii*, 2019: 449). Como ya hemos comentado, la fotogrametría no solo sirve para generar resultados en museos sino que también se puede utilizar para la documentación digital de yacimientos, a la vista de la gran cantidad de ejemplos que existen hoy en día sobre su uso para la obtención de plantas, o secciones (Cots *et alii*, 2018: 104), permitiendo incorporar a la divulgación digital la propia vista tridimensional de yacimientos que estén en ese mismo momento siendo estudiados, animando así al visitante a comunicarse con el equipo técnico del yacimiento a través de redes sociales.

Con este proyecto piloto se ha pretendido llevar al público general las obras de arte y piezas arqueológicas seleccionadas para que dicha aproximación virtual sea de alguna manera una excusa y una invitación a que los museos vayan adaptándose a las necesidades de la sociedad de la información. Por otra parte, ha servido para ofrecer una alternativa didáctica que rompa el sistema tradicional de enseñanza de la historia en museos y aulas, como ya han demostrado estudios con muy buenos resultados (Santacana *et alii*, 2015: 37) en esta misma rama. A través del aprendizaje del pasado mediante los objetos, su manejo virtual y el conocimiento de estos, se puede llegar a conseguir un trabajo interdisciplinar en el que tanto los profesionales de museos como los docentes y el resto de la sociedad colaboren en la importante tarea de desarrollar una conciencia sobre la educación patrimonial (Ferrer, y Colomer, 2019: 46) que potencie las competencias digitales en los alumnos es más que necesaria (Ibañez *et alii*, 2019: 14) y está reconocida como tal en las dos últimas leyes educativas promulgadas en España (LOE y LOMCE).

Bibliografía

- ALMAGRO GORBEA, A. (2019): «Medio siglo documentando el patrimonio arquitectónico con fotogrametría», *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, n.º 11, pp. 4-30. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/ega.2019.12863>>. [Consulta: 17 de agosto de 2020].
- APARICIO RESCO, P., y FIGUEIREDO, C. (2017): «El grado de evidencia histórico-arqueológica de las reconstrucciones virtuales: hacia una escala de representación gráfica», *Revista Otarq: Otras arqueologías*, n.º 1, pp. 235-247. Disponible en: <<https://doi.org/10.23914/otarq.v0i1.96>>. [Consulta: 2 de septiembre de 2020].
- ARÉVALO VERA, B.; BAYONA IBÁÑEZ, E., y RINCÓN PARADA, I. K. (2015): «Metodología para documentación 3D utilizando fotogrametría digital», *Tecnura*, n.º 19, pp. 113-120. Disponible en: <<https://doi.org/10.14483/22487638.10377>>. [Consulta: 23 de julio de 2020].
- ATECA AMESTOY, V. (2019): «Alternativas de acceso al patrimonio cultural de los ciudadanos europeos», *Cuadernos Económicos de ICE*, n.º 98, pp. 43-61. Disponible en: <<https://doi.org/10.32796/cice.2019.98.6946>>. [Consulta: 19 de agosto de 2020].
- BARREAU, J. B.; ESNAULT, E.; FOUCHER, J.; SIX, M., y LE FAOU, C. (2020): «3D modelling of a 15th century city gate of Rennes: Portes Mordelaises», *Virtual Archaeology Review*, n.º 11 (22), pp. 41-55. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2020.12653>>. [Consulta: 4 de septiembre de 2020].
- BELLIDO GANT, M. L. (2001): *Arte, museos y nuevas tecnologías*. Gijón: Ediciones Trea, S. L.
- BRUMANA, R.; ORENI, D.; CASPANI, S., y PREVITALI, M. (2018): «Virtual museums and built environment: Narratives and immersive experience via multi-temporal geodata hub», *Virtual Archaeology Review*, n.º 9 (19), pp. 34. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2018.9918>>. [Consulta: 25 de julio de 2020].
- CARO, J. L., y HANSEN, S. (2015): «From Photogrammetry to the dissemination of archaeological heritage using game engines: Menga case study», *Virtual Archaeology Review*, n.º 6 (12), pp. 58-68. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2015.4159>>. [Consulta: 10 de julio de 2020].
- COTS, I.; VILÀ, J.; DILOLI, J.; FERRÉ, R., y BRICIO, L. (2018): «Virtual archaeology: From archaeological excavation to the management and diffusion of heritage. Les Cases de la Catedral (Tortosa) and the protohistorical settlement of La Cella (Salou), Tarragona», *Virtual Archaeology Review*, n.º 9 (19), pp. 102-113. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2018.9754>>. [Consulta: 1 de julio de 2020].
- CRUZADO CABALLERO, P.; JIMÉNEZ GOMIS, C., y CASTILLO RUIZ, C. (2019): «Implementación de la fotogrametría para la salvaguarda del patrimonio paleontológico canario», *Geogaceta*, n.º 66, pp. 59-62. Disponible en: <http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/geo66/Geo66_15.pdf>. [Consulta: 16 de julio de 2020].
- ELISONDO, R. C., y MELGAR, M. F. (2019): «Museos virtuales y enseñanza creativa en arquitectura y diseño», *ReiDoCrea*, n.º 8, pp. 154-166. Disponible en: <<https://www.ugr.es/~reidocrea/8-14.pdf>>. [Consulta: 15 de agosto de 2020].
- FAINHOLC, B. (2016): «Presente y futuro latinoamericano de la enseñanza y el aprendizaje en entornos virtuales referidos a educación universitaria», *Revista de Educación a Distancia (RED)*, n.º 48, pp. 25-36. Disponible en: <<https://doi.org/10.6018/red/48/2>>. [Consulta: 20 de julio de 2020].
- FERRER PERIS, J., y COLOMER RUBIO, J. C. (2019): «Heritage Education and Stereoscopic Photography: Didactic Proposals», *Research in Education and Learning Innovation Archives*, n.º 22, pp. 45-57. Disponible en: <<https://doi.org/10.7203/realia.22.15342>>. [Consulta: 30 de agosto de 2020].
- GAIANI MARCO, A.; FABRIZIO, I., y FANTINI, F. (2020): «Una metodología inteligente para la digitalización de colecciones museísticas», *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, n.º 25 (38), pp. 170-181. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/ega.2020.12281>>. [Consulta: 20 de agosto de 2020].
- GHERARDINI, F.; SANTACHIARA, M., y LEALI, F. (2019): «Enhancing heritage fruition through 3D virtual models and augmented reality: An application to Roman artefacts», *Virtual Archaeology Review*, n.º 10 (21), pp. 67-79. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2019.11918>>. [Consulta: 2 de agosto de 2020].
- GUIDI, G.; TROCCHIANESI, R.; PILS, G.; MORLANDO, G., y SEASSARO, A. (2010): «A Virtual Museum for Design: New forms of interactive fruition», *16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, pp. 242-249. Disponible en: <<https://doi.org/10.1109/VSM.2010.5665977>>. [Consulta: 22 de julio de 2020].
- IBÁÑEZ ETXEBERRÍA, A.; KORTABITARTE, A.; DE CASTRO, P., y GILLATE, I. (2019): «Competencia digital mediante apps de temática patrimonial en el marco DigComp», *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, n.º 22 (1), pp. 13-27. Disponible en: <<https://doi.org/10.6018/reifop.22.1.356231>>. [Consulta: 15 de agosto de 2020].

- KRUKAR, J. (2014): «Walk, Look, Remember: The Influence of the Gallery's Spatial Layout on Human Memory for an Art Exhibition», *Behavioral Sciences*, n.º 4 (3), pp. 181-201. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/bs4030181>>. [Consulta: 10 de agosto de 2020].
- LÓPEZ-MENCHERO BENDICHO, V. M., y GRANDE, A. (2011): «Hacia una Carta Internacional de Arqueología Virtual. El Borrador SEAV», *Virtual Archaeology Review*, n.º 2 (4), pp. 71-75. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2011.4558>>. [Consulta: 15 de agosto de 2020].
- LUIGINI, A.; BRUSAPORCI, S.; VATTANO, S., y TATA, A. (2019): «3D Digital models for a widespread museum: The renon's "Bauernhöfe"», *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, n.º 42 (2), pp. 447-453. Disponible en: <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-447-2019>>. [Consulta: 10 de julio de 2020].
- MACDONALD, L. (2006): *Digital Heritage: Applying Digital Imaging to Cultural Heritage*. London: Routledge.
- MARQUÉS GONZÁLEZ, N. F. (2018): «Nuevas realidades: Tecnología al servicio del patrimonio cultural», *Patrimonio cultural y marketing digital*. M. C. Fernández Laso, y J. R. Sarmiento Guede. Madrid: Dykinson, pp. 97-112.
- MARQUÉS GONZÁLEZ, N. F.; VELÁZQUEZ PASCUAL, M. J.; BONMATÍ LLEDÓ, C., y MARCOS GONZÁLEZ, A. (2018): «Virtualización e impresión 3D aplicadas a la accesibilidad del patrimonio cultural. De la planificación a los acabados y los contenidos accesibles», *Actes 5º Congrés Internacional d'Educació i Accessibilitat a museus i patrimoni*, VV. AA, pp. 251-264.
- MARTÍN OLIVERAS, A., y PARÉS, B. (2020): «Modelización 3D de un "dolium" romano a partir de técnicas combinadas de metrología dimensional y fotogrametría digital», *Ex Baetica Romam: homenaje a José Remesal Rodríguez*, Coordinado por V. Revilla-Calvo, A. Aguilera, Ll. Pons-Pujol, M. García-Sánchez y J. Remesal-Rodríguez. Barcelona: Universitat de Barcelona, pp. 947-974.
- MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, S.; ORTIZ SANZ, J., y GIL DOCAMPO, M.ª L. (2013): «Aplicación de la fotogrametría digital automatizada para la documentación técnica de pavimentos históricos. Caso particular de Santiago de Compostela», *Spanish journal of rural development*, n.º 4 (2), pp. 131-144. Disponible en: <<https://doi.org/10.5261/2013.esp2.14>>. [Consulta: 10 de agosto de 2020].
- MOSCATI, P. (2019): «Informatica archeologica e archeologia digitale. Le risposte dalla rete», *Archeologia e Calcolatori*, n.º 30, pp. 21-38. Disponible en: <http://www.archcalc.cnr.it/indice/PDF30/03_Moscati.pdf>. [Consulta: 21 de agosto de 2020].
- MOYA MALENO, P. R.; TORMEJÓN VALDELOMAR, J.; VACAS MADRID, D., y LOSA SÁNCHEZ, R. (2015): «Interoperability of photogrammetry in 3D modeling: Documentation, research and dissemination in the archaeological site of Jamila», *Virtual Archaeology Review*, n.º 6 (13), pp. 51-64. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2015.4377>>. [Consulta: 10 de agosto de 2020].
- PARTARAKIS, N.; KONTAKI, E.; ZIDIANAKIS, E.; DROSSIS, G.; BIRLIRAKI, C.; METAXAKIS, G.; BARKA, A.; POUTOURIS, V.; MATHIOUDAKIS, G.; ZIDIANAKI, I.; CHATZIANTONIOU, A.; KOUTLEMANIS, P.; ZABULIS, X.; MARGETIS, G.; GRAMMENOS, D.; APOSTOLAKIS, E.; STAMATAKIS, E.; PAPAPOULIS, G.; ANTONA, M., y STEPHANIDIS, C. (2018): «Digital Heritage Technology at the Archaeological Museum of Heraklion», *HCI International 2018-Posters' Extended Abstracts*, n.º 852. Edición de Constantine Stephanidis. Pp. 196-203. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92285-0_28>. [Consulta: 9 de agosto de 2020].
- PÉREZ GARCÍA, J. L.; MOZAS CALVACHE, A.; CARDENAL ESCARCENA, F. J., y LÓPEZ ARENAS, A. (2011): «Fotogrametría de bajo coste para la modelización de edificios históricos», *Virtual Archaeology Review*, n.º 2 (3), pp. 121-125. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2011.4633>>. [Consulta: 1 de julio de 2020].
- PORTALÉS, C.; ALONSO MONASTERIO, P., y VIÑALS, M. J. (2017): «3D virtual reconstruction and visualisation of the archaeological site Castellet de Bernabé (Llíria, Spain)», *Virtual Archaeology Review*, n.º 8 (16), pp. 75-82. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2017.5890>>. [Consulta: 8 de agosto de 2020].
- PUMA, P.; ROSSI, S., y NICASTRO, G. (2019): «Il progetto Cortona Heritage: Documentare, valorizzare e disseminare il patrimonio culturale», *Eikon Imago*, n.º 14, pp. 329-355. Disponible en: <<http://www.capire.es/eikonimago/index.php/eikonimago/article/view/338/pdf>>. [Consulta: 1 de septiembre de 2020].
- RASCÓN MARQUÉS, S., y SÁNCHEZ MONTES, A. L. (2008): «Las nuevas tecnologías aplicadas a la didáctica del patrimonio», *Pulso: Revista de educación*, n.º 31, pp. 67-91. Disponible en: <<https://revistas.cardenalcisneros.es/index.php/PULSO/article/view/76>>. [Consulta: 16 de agosto de 2020].
- REILLY, P. (1990): «Towards a virtual archaeology», *Computer Applications in Archaeology*, pp. 133-139. Disponible en: <<https://pdfs.semanticscholar.org/2c69/b29e5c57056a42f51a2ae4b11f99d0c9150d.pdf>>. [Consulta: 10 de agosto de 2020].

SABBATINI, M. (2004): *Museos y centros de ciencia virtuales. Complementación y potenciación del aprendizaje de ciencias a través de experimentos virtuales*. Salamanca: Universidad de Salamanca.

SANTACANA MESTRE, J.; MARTÍNEZ GIL, T.; LÓPEZ BENITO, V., y GREVTSOVA, I. (2015): «Aplicación de la investigación arqueológica para el diseño de recursos educativos de base virtual en la didáctica del patrimonio», *Enseñanza de las ciencias sociales: revista de investigación*, n.º 14, pp. 27-38. Disponible en: <<http://www.publicacions.ub.edu/revistes/eccss14/default.asp?articulo=1104>>. [Consulta: 4 de agosto de 2020].

SANTIBÁÑEZ LOGROÑO, J. (2006): «Los museos virtuales como recurso de enseñanza-aprendizaje», *Comunicar*, n.º 14 (27), pp. 155-162. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2089302.pdf>>. [Consulta: 10 de agosto de 2020].

STATHAM, N. (2019): «Scientific rigour of online platforms for 3D visualization of heritage», *Virtual Archaeology Review*, n.º 10 (20). Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2019.9715>>. [Consulta: 1 de agosto de 2020].