



## NUEVAS PUERTAS VIRTUALES AL MUNDO DE LA PRESERVACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO MILITAR. UN COMPROMISO POR EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

### NEW VIRTUAL GATES TO THE WORLD OF PRESERVATION AND DIFFUSION OF THE MILITARY-HISTORICAL HERITAGE. A COMMITMENT TO THE FUTURE OF RESEARCH AND KNOWLEDGE

Margot Gil-Melitón<sup>a</sup>, José Luis Lerma<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Máster SEAV en Arqueología y Patrimonio Virtual. Grado en Ingeniería en Geomática y Topografía. Investigadora en el Museo Nacional del Ejército, Alcázar de Toledo, Unión s/n, 45001 Toledo, Spain. [margot@ingheritag3d.com](mailto:margot@ingheritag3d.com)

<sup>b</sup> Grupo de Investigación en Fotogrametría y Láser Escáner (GIFLE). Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universitat Politècnica de València, Spain. [jllerma@cgf.upv.es](mailto:jllerma@cgf.upv.es)

#### Abstract:

The use of techniques employed in fields so indispensable and developed for the earth sciences such as geomatics and surveying, and the application of information & communication technologies (TIC), have transcended the scope of museums to the point that they are now responsible for their democratization.

Physical conservation is no longer enough for a resource as valuable as cultural heritage. It needs to be complemented by a digital preservation in all its forms. It is essential and necessary for its proper safeguard. Geometrical documentation, three dimensional (3D) reconstruction and 3D modelling are affective techniques to achieve the key targets for investigation, education, diffusion and preservation of pieces of historical armament.

Both heritage and virtual archaeology are fundamental pillars to delve into the future of education and knowledge. It is said that "Research begins when somebody has doubts about a specific topic and is pushed to find the means to resolve it". We bet for a culture which prepares us for researching, and we will try to show through this project how research can contribute to society.

**Key words:** virtual archaeology, cultural heritage, documentation, 3D reconstruction

#### Resumen:

El uso de las técnicas empleadas en campos tan imprescindibles y desarrollados en las ciencias de la tierra, como son la geomática y la topografía, y la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), han ido trascendiendo al ámbito de los museos, de tal forma, que están siendo responsables de su democratización.

Un recurso tan valioso como es el patrimonio cultural ya no se conforma con una conservación física, debe complementarse de una preservación digital en todas sus formas, siendo básico y necesario para su adecuada salvaguarda. La documentación geométrica, la reconstrucción tridimensional (3D) y el modelado 3D son métodos eficaces para alcanzar unos objetivos clave en la investigación, educación, difusión y preservación de piezas de armamento histórico.

Tanto el patrimonio como la arqueología virtual son pilares fundamentales a la hora de profundizar en el futuro de la educación y el conocimiento. Se dice que "la Investigación comienza cuando uno tiene dudas sobre un tema determinado y es impulsado a buscar medios de satisfacerlo". Apostamos por una cultura que nos prepare para investigar, y desde este proyecto vamos a intentar demostrar lo que la investigación puede aportar a la sociedad.

**Palabras clave:** arqueología virtual, patrimonio cultural, documentación, reconstrucción 3D

---

<sup>\*</sup> Corresponding Author: Margot Gil-Melitón, [margot@ingheritag3d.com](mailto:margot@ingheritag3d.com)

## 1. Introducción

La investigación que se desarrolla en este artículo se centra en la documentación geométrica, la reconstrucción 3D y en el modelado 3D, a partir de fotogrametría digital de objeto cercano. Estos procesos se aplicarán en piezas y planos de armamento histórico pertenecientes a diferentes colecciones y épocas. Todo ello localizado en los fondos del Museo del Ejército de Toledo (MUSEJE).

Con el uso y la aplicación de tecnologías innovadoras y sin contacto, se irán obteniendo modelos tridimensionales de cada una de las diferentes piezas históricas seleccionadas. A partir de los datos obtenidos, podremos, además de ir elaborando un catálogo documental y 3D con fines de investigación, difusión, preservación y educación, mostrar y poner en conocimiento un amplio abanico de resultados:

- Estudios exhaustivos de conservación.
- Seguimiento y evaluación de cambios.
- Estudios preventivos de restauración.
- Análisis estructurales.
- Conversión en 3D de dibujos y grabados.
- Reconstrucciones virtuales a partir de antiguos planos de construcción y armamento.
- Digitalización de antiguos mapas y su posterior reconstrucción virtual.
- Museos virtuales.
- Museos sin barrera.
- Restauración virtual.
- Ingeniería inversa.
- Fines de investigación.
- Fines educativos.
- Interactivos.
- Aplicaciones multimedia.
- Simulaciones.
- Generación de animaciones.
- Infografías (paneles y cartelería).
- Juegos serios.
- Ejecución de réplicas/facsímiles.
- Procesos de impresión 3D.
- Generación de prototipos (educación e investigación).
- Realidad aumentada y realidad virtual.

En el caso concreto del armamento histórico y desde el punto de vista de la ingeniería, estos métodos a utilizar aportan beneficios y capacidades infinitas.

¿Qué nos pueden ofrecer la documentación geométrica, el modelado 3D y la reconstrucción 3D en factores como la conservación, preservación, presentación y difusión del patrimonio histórico militar?

- Poner a disposición del MUSEJE modelos virtuales de sus piezas, para la creación de una plataforma en red que permita ver e interactuar con objetos de su colección en 3D, con el propósito de acercar cada vez más al público a los museos y a sus exposiciones.

- Desarrollo cultural y tecnológico para un museo sin barreras. Creación de réplicas a través de los modelos virtuales para personas con discapacidad y grupos infantiles, dentro del área de ver y tocar (AVYT) del Museo, dando así un apoyo a la educación e investigación.
- Acercar nuestro legado patrimonio al resto del mundo y así poder colaborar, intercambiar e incluso interactuar con diferentes piezas de museos internacionales.
- Fomentar la digitalización 3D.
- Conocer la historia de los objetos a través de una serie de herramientas de navegación enriquecidas con 3D.
- Transformación de los museos en lo que a funciones básicas se refiere.
- Bibliotecas de objetos 3D interactivos.
- Puesta en valor del talento en beneficio del legado arqueológico y patrimonial.
- Opciones para un futuro departamento de innovación
- Ser fiel a la Carta de Londres (The London Charter 2009), documento internacional de referencia en los campos del patrimonio cultural y las TICs, y a los Principios de Sevilla (Principles of Seville 2013).

En resumen, además de una gran variedad de productos, estas tecnologías, ponen a nuestra disposición, datos que pueden marcar hipótesis históricas y que de no ser por la facilidad de estudio digital, en la mayoría de los casos no sería posible debido a la difícil o imposible manipulación de estas obras de arte.

Tenemos un gran reto por delante. Todos y cada uno de los objetos elegidos para este trabajo, son piezas emblemáticas pertenecientes a personajes relevantes dentro de la historia política y militar de nuestro país. Nos enfrentamos, por tanto, a una gran variedad de texturas y materiales tan complejos como son los metales, las piedras preciosas, el marfil, el hueso, los esmaltes, etc. Sin olvidarnos del efecto que la luz hace sobre ellos.

Este trabajo se enmarca en el Proyecto Fin de Máster SEAV en Arqueología y Patrimonio Virtual con especialidad en documentación geométrica, restauración virtual y técnicas no destructivas. Dicho trabajo ha derivado en un proyecto de investigación dentro del campo del patrimonio cultural mueble, en concreto, en el del patrimonio histórico militar.

## 2. Toma fotogramétrica y procesamiento del armamento histórico

Actualmente el proyecto se encuentra en una fase previa de toma de datos en los talleres del Museo del Ejército (Fig. 1). Debido a la dificultad de la toma fotográfica, trabajamos a 25 cm del objeto (Fig. 2), la toma fotogramétrica se realiza con filtro polarizador y bajo una cabina de luz para evitar los reflejos. Se ha decidido realizar la toma de imágenes y parte del

procesado fotogramétrico de cada pieza, antes de ser retiradas y sustituidas por otras. De esta forma garantizamos la correcta alineación de fotografías y la posterior reconstrucción del modelo 3D.



**Figura 1:** Zona de trabajo para la toma fotogramétrica en los Talleres del Museo del Ejército



**Figura 2:** Espada Jineta de Ali-Atar (Museo del Ejército)

La mayoría de las piezas están en la primera fase del procesado fotogramétrico con el programa Agisoft PhotoScan Pro. A continuación se muestran varios resultados del modelado 3D desarrollado: escopeta de Espartero (M.E.M., n.º Inv. 40267) (Fig. 3); espada Jineta de Ali-Atar (M.E.M., n.º Inv. 22904) (Fig. 4).



**Figura 3:** Escopeta de Espartero (Museo del Ejército). Modelo fotogramétrico en malla.

La espada nazarí, se piensa que pudo pertenecer a Ali-Atar, alcaide de Loja. Su empuñadura está lujosamente decorada en marfil y oro (Fig. 3a). Asimismo, el filo de la espada dificulta sustancialmente el proceso de

reconstrucción 3D. Nótese que para un objeto tan pequeño la complejidad del proceso de captura fue notable. En total se capturaron 539 fotografías de las cuales 281 pertenecen a la empuñadura.



(a)



(b)

**Figura 4:** Espada Jineta de Ali-Atar (Museo del Ejército): a) Nube de puntos densa; b) Modelo fotogramétrico en malla de la empuñadura

### 3. Conclusiones

Este trabajo en curso muestra resultados preliminares del levantamiento fotogramétrico desarrollado en el MUSEJE. La finalidad de los productos derivados es múltiple. Sin embargo, la dificultad de la reconstrucción 3D del patrimonio histórico militar no es baladí.

El proyecto demuestra la importancia de las técnicas de documentación geométrica para la democratización de los Museos. Contribuye a mejorar los procesos de investigación, abriendo una nueva línea de estudio, a partir de la cual, reconstruiremos el pasado a través de la virtualidad, pudiendo así marcar y confirmar hipótesis históricas.

Las acciones futuras van orientadas en ofrecer soluciones fotogramétricas de vanguardia que faciliten las labores de difusión y preservación del patrimonio histórico militar, sin que esté limitado al material armamentístico.

### Agradecimientos

Al Museo del Ejército de Toledo por permitirnos investigar en sus dependencias. A D. Germán Dueñas Beraiz, Conservador Jefe del Departamento de Armas del Museo, por su confianza, apoyo y orientación en el campo del armamento, y a todo el personal que se está viendo involucrado en el desarrollo de este trabajo, por su colaboración y toda la ayuda prestada.

## **Referencias**

- PRINCIPLES OF SEVILLE, INTERNATIONAL PRINCIPLES OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY, 2013. Available: <http://www.arqueologiavirtual.com/carta/wp-content/uploads/2012/03/BORRADOR-FINAL-FINAL-DRAFT.pdf> [3/10/2015].
- THE LONDON CHARTER for the computer-based visualization of cultural heritage, (2009. Available: <http://www.londoncharter.org> [4/10/2014].