



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación  
Convocatoria 2022/2023

Nº de proyecto: 339

Del Museo al Aula: Arqueología y Patrimonio en 3D

Responsable del proyecto: Chiara Maria Mauro

Facultad de Geografía e Historia  
Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El proyecto “Del Museo al Aula: Arqueología y Patrimonio en 3D” nace como continuación del proyecto anterior (proyecto nº 361, convocatoria 2021/2022, “Experimenta la Antigüedad Digital”) y, en calidad de tal, se planteaban principalmente cinco objetivos. Primero, la formación de estudiantes de grado en el estudio y puesta en valor de piezas arqueológicas, principalmente esculturas, vasos y epígrafes. Nos proponíamos proporcionar a los estudiantes involucrados en este proyecto las habilidades y destrezas necesarias para poder llevar a cabo la fotogrametría y el modelado de objetos en 3D. Creíamos que esta formación podría resultar enormemente enriquecedora para su currículum, además de fomentar su interés por la Historia y los vestigios arqueológicos.

Segundo, con esta edición del proyecto se pretendía seguir con la formación de los miembros del equipo en material de digitalización 3D. Este tipo de conocimientos puede impulsar nuevas ideas y metodologías que los miembros del proyecto pueden aplicar tanto en el aula como en sus propias líneas de investigación.

Tercero, este proyecto buscaba sentar las bases de una dinámica de trabajo y elaboración de material docente con un gran potencial. Concretamente, la creación de una colección de figuras arqueológicas, impresas con una impresora 3D y con los modelos digitales disponibles en caso de necesitar nuevas copias. Esto permitiría disponer en el Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de una serie de recursos de alta calidad con la que impartir prácticas en diferentes asignaturas de los grados de Historia, Arqueología e Historia del Arte.

Cuarto, se pretendía ampliar –con esta segunda edición– la red de colaboraciones. De manera específica, hemos acordado la realización de esta iniciativa con el Museo Arqueológico Nacional, el Museo de San Isidro, los laboratorios de Prehistoria de la Universidad Complutense de Madrid y el Museo de Arqueología y Etnología de América de la Universidad Complutense de Madrid. Cabe añadir la suscripción de un convenio con dos misiones arqueológicas en Egipto actuales, por un lado el Proyecto Kom el- Khamaseen (dirigido desde la Universitat Autònoma de Barcelona) y el Proyecto C2 Luxor (dirigido desde la Universidad Complutense de Madrid).

Finalmente, como en la anterior edición se ha detectado que una de las principales carencias de los objetos 3D elaborados en el marco del proyecto era la pérdida de la información relativa a colores y texturas, nuestro quinto objetivo era el de incorporar el cromatismo de los objetos gracias a la intervención de estudiantes voluntarios del Grado de Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural.

El proyecto “Del Museo al Aula: Arqueología y Patrimonio en 3D” planteaba, de este modo, una forma novedosa de incorporar este tipo de materiales, pero al mismo tiempo preservando su integridad. Por medio de la impresión de piezas que se encuentran expuestas en museos o que han sido encontradas recientemente, los estudiantes tendrían la posibilidad de trabajar y aprender con réplicas cuya manipulación no entraña ningún riesgo. Asimismo, esta tecnología permite la utilización de varias copias del mismo ejemplar, por lo que se puede también superar la barrera de la práctica docente con una única pieza de cada tipo.

Cumplimos además con algunas de las necesidades más relevantes en el ámbito de la innovación docente. Por un lado, la formación del profesorado universitario en competencias digitales. Los conocimientos y herramientas adquiridas facilitarán el desarrollo de clases prácticas futuras con medios no disponibles hasta ahora, y también se podrá aprovechar este tipo de recursos en la propia investigación de los miembros del proyecto. Por otro lado, fomento de una universidad inclusiva, accesible, diversa y enfocada a los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible: la creación de

una colección de piezas que se puedan manipular y sin temor a dañarlas (ya que se pueden reimprimir), favorecerá la inclusividad de personas con algún tipo de discapacidad física. Por ejemplo, estudiantes invidentes que, de esta manera, pueden tocar y sentir de una manera mucho más completa la experiencia de estudiar piezas arqueológicas.

## **2. Objetivos alcanzados**

Podemos confirmar que el proyecto ha cumplido sus expectativas. Procedemos a resaltar los aspectos más importantes.

Primero, todos los estudiantes que han participado de manera voluntaria han cumplido sus tareas de manera adecuada. Su formación en competencias digitales, además, redundará en beneficio de su formación universitaria, lo que les dará un mayor número de habilidades de cara al mercado laboral. En más de un caso, además, la participación en este proyecto les ha hecho plantearse tomar un itinerario relacionado con la actividad desarrollada.

Segundo, todos los miembros del equipo hemos mejorado o incorporado conocimientos en nuevas tecnologías que van a resultar de gran utilidad tanto para nuestra trayectoria docente como académica.

Tercero, la creación de la colección de piezas arqueológicas está teniendo buena acogida entre el profesorado del Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología, y de los Departamentos de Historia de América y Medieval y Ciencias Historiográficas. De hecho, debido a ello nos hemos presentado a la convocatoria de Innova-Doctencia del curso 2023-2024. El éxito obtenido durante la presente edición (2022-2023), nos ha permitido mantener la colaboración con varias instituciones, principalmente el Museo Arqueológico Nacional y el Museo de San Isidro, así como la cooperación con algunos proyectos internacionales, como la Misión Arqueológica Hispano-Egipcia en Saqqara en Egipto (UAB).

De cara al curso que viene, se podrá hacer uso de la colección para impartir prácticas en diferentes asignaturas de los Grados de Historia, Arqueología e Historia del Arte.

## **3. Metodología empleada en el proyecto**

El desarrollo del proyecto se ha nutrido de una combinación de recursos materiales y humanos que, en diferentes actividades, han permitido avanzar en cada una de las fases necesarias (explicadas con más detalle en el siguiente apartado).

En todo momento nos hemos acogido al plan inicialmente elaborado. El reparto de tareas, la organización en grupos y subgrupos, la identificación de uno o más responsables por cada tarea han facilitado el correcto desarrollo de las actividades y la resolución de los problemas que han surgido de manera eventual.

En primer lugar, la digitalización de las piezas ha sido llevada a cabo a través de la fotogrametría de las mismas. En una primera fase del proyecto (Noviembre 2022), los estudiantes han recibido una sesión teórica y práctica de fotogrametría, a través de la cual han aprendido cómo hacer fotografías para fotogrametría. En particular, se les ha enseñado cómo utilizar una cámara (cada uno de los estudiantes ha utilizado los medios que tenía a disposición, siendo posible realizar fotos de suficiente calidad incluso con

un dispositivo móvil) para tomar fotografías desde muchos ángulos diferentes para tener una imagen del objeto desde todas las posiciones horizontales y verticales.

En un segundo momento (Diciembre 2022), los estudiantes han recibido formación específica para aprender cómo procesar el conjunto de fotografías con softwares específicos para crear un modelo 3D a partir de múltiples imágenes.

Para la elaboración de las figuras en 3D se ha utilizado preferiblemente el software Metashape. Pese a ser una tarea compleja, los estudiantes han adquirido con éxito y llevado a cabo esta tarea. En la elaboración de los modelos han contado, además, con el asesoramiento y ayuda de varios miembros del proyecto.

Este año, como actividad adicional, hemos añadido una tercera sesión formativa (Febrero 2023) para enseñar a los estudiantes cómo utilizar el software Ultimaker Cura, un software que permite ajustar el modelo 3D a los parámetros de impresión de la impresora que tenemos en uso (Creality Ender 3).

Las sesiones prácticas de fotogrametría en los diferentes museos e instituciones participantes han sido realizadas entre los meses de Febrero de 2023 (Museo de S. Isidro, Laboratorio de Prehistoria de la UCM y Museo de América de la UCM) y los meses de Abril-Mayo 2023 (Museo Arqueológico Nacional). Durante las mismas, los estudiantes han podido aplicar los conocimientos teórico-prácticos aprendidos durante la sesión de Noviembre de 2022.

A lo largo de los meses de mayo y junio de 2023, los estudiantes han digitalizado las fotos y creado los modelos digitales. En el mes de Junio 2023 se ha procedido con la impresión de los objetos realizados en 3D, utilizando los modelos elaborados y proporcionados por los estudiantes participantes.

Paralelamente al proceso de elaboración e impresión de nuevas piezas, gracias a la colaboración con la Facultad de Bellas Artes (referente: Dra. R. Asiain Román), seis alumnos voluntarios del Grado en Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural han procedido a la decoración de las piezas obtenidas durante la anterior edición del proyecto con el fin de restituirles aquel cromatismo del que la impresión en 3D los había privado.

#### **4. Recursos humanos**

La edición del proyecto de este año ha contado con la participación de los siguientes integrantes: Chiara Maria Mauro (PDI UCM; IP); Diego Chapinal Heras (PDI UCM); Raquel Asiain Román (PDI UCM); Sergio España Chamorro (PDI UCM); Jorge García Sánchez (PDI UCM); Francisco Miguel Gil García (PDI UCM); Natalia Gómez García (PDI UCM); Daniel González León (externo – estudiante doctorado UAB); Pedro Reyes Moya Maleno (PDI UCM); Lucía Pagola Sánchez (estudiante UCM); Manuel Parada López de Corselas (PDI UCM); José Ramon Perez-Accino Picatoste (PDI UCM); Manuel Elías Rey Álvarez (estudiante UCM); Rafael Yáñez Jato (PAS Complutense). A lo largo del año, las tareas se han repartido de manera equitativa entre los diferentes miembros, estando todo coordinado por la IP. De este modo, las diferentes tareas y actividades que conforman el proyecto se han desarrollado sin contratiempos.

Asimismo, en la fase inicial del proyecto reunimos un total de 25 estudiantes voluntarios, que cursan los grados de Historia, Arqueología e Historia del Arte, para que tomaran parte de las actividades de documentación fotográfica y elaboración de los modelos 3D. A éstos, habría que sumarles 6 alumnos del Grado en Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural que, tutorizados por Raquel Asiain Román, han

intervenido sobre las piezas impresas el año pasado para restituirles color y textura. La participación de los estudiantes en este proyecto ha sido en todo momento muy activa.

## **5. Desarrollo de las actividades**

En el mes de Octubre captamos los estudiantes voluntarios y formamos los grupos. A la documentación fotográfica y a la elaboración de modelos digitales, participaron 25 estudiantes (de distintas edades y géneros) de los grados de Historia, Arqueología e Historia del Arte. La división en grupos fue la siguiente: 7 estudiantes trabajaron con materiales de “Prehistoria y Protohistoria de la Península Ibérica”, 5 estudiantes con materiales procedentes de “Egipto y Oriente Próximo”, 8 estudiantes con materiales de “Grecia y Roma” y 5 estudiantes con materiales de “América Prehispánica y Antropología de América”. Para la decoración de los objetos 3D que fueron elaborados en el curso de la anterior edición, contamos con 6 estudiantes del Grado en Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural. En total, por lo tanto, fueron involucrados en la edición 2022-2023 un total de 31 alumnos, repartidos entre varios grados ofertados por la Universidad Complutense de Madrid. Cabe mencionar que debido a las dificultades que suponía la organización en materia de tiempo con las instituciones y la disparidad de horarios dado el distinto origen del alumnado, el proyecto no se realizó dentro de las horas dedicadas a las clases prácticas de sus respectivas carreras, sino que funcionó como una actividad que se ofertaba al estudiantado fuera de sus horas lectivas.

Una vez formados los grupos, el siguiente paso consistió en seleccionar las piezas con las que los estudiantes iban a trabajar en el proyecto (selección realizada entre los meses de Octubre y Noviembre de 2022) y que, consiguientemente, pasarían a formar parte de la colección de objetos arqueológicos. Para ello, consultamos tanto a los propios alumnos como a las instituciones colaboradoras (MAN, Museo de S. Isidro, Laboratorio de Prehistoria de la UCM, Museo de América de la UCM). La selección nos permitió contar con un repertorio de materiales de tipo variado: objetos en metales, objetos líticos, vasijas, pequeñas estatuas y epígrafes.

Una vez preparada la selección, procedimos a la solicitud de los permisos pertinentes. Este punto ha sido el que más complicaciones ha tenido, ya que ha alargado considerablemente los tiempos de trabajo. Mientras que con las diferentes instituciones (Museo de S. Isidro, Laboratorio de Prehistoria y Museo de América) el asunto se resolvió con relativa rapidez (recepción de los permisos ya en el mes de Febrero de 2023), la burocracia del MAN ralentizó la obtención de los permisos varios meses (a pesar de que los pedimos a finales de Noviembre, éstos llegaron sólo en el mes de Abril). Con todo, hemos podido llevar a cabo las sesiones de fotogrametría en todas las instituciones involucradas, aunque en momentos diferentes (las sesiones de fotogrametría en el Museo de S. Isidro, en el Laboratorio de Prehistoria y en el Museo de América se llevaron a cabo en Febrero de 2023, mientras las tres sesiones de fotogrametría realizadas en el MAN tuvieron lugar entre los meses de Abril y Mayo de 2023).

La formación de los estudiantes en técnicas de fotogrametría y modelado 3D empezó ya durante el primer cuatrimestre (Noviembre/Diciembre de 2022). Para agilizar y facilitar la gestión y el desarrollo de las sesiones formativas, se organizó a los estudiantes en grupos de trabajo, de unos seis-siete estudiantes por grupo, a cargo de dos mentores cada uno, siempre miembros del proyecto. Tanto la formación en fotogrametría como la sesión con el software de modelado 3D se llevaron a cabo en la Sala Multiusos de la Biblioteca de Geografía e Historia. En cambio, la sesión de formación con el software Ultimaker Cura se ha realizado en la Sala de Juntas de la

Facultad de Geografía e Historia. Tras la realización de las sesiones presenciales, compartimos con los estudiantes unos vídeotutoriales elaborados por varios miembros del proyecto, con el fin de que éstos sirvieran de guía a los estudiantes tanto antes como después de las sesiones formativas (Anexo I).

Las sesiones de fotogrametría se llevaron a cabo por grupos de aproximadamente 5-8 alumnos cada uno y fueron supervisadas siempre por uno o dos tutores (miembros del proyecto). Como se ha explicado anteriormente, las sesiones de fotogrametría en el Museo de S. Isidro, en el Laboratorio de Prehistoria y en el Museo de América pudieron realizarse en el mes de Febrero de 2023, mientras que el retraso en la llegada de los permisos del MAN, nos ha obligado a retrasar las tres sesiones de fotogrametría que allí hemos realizado hasta la segunda mitad de Abril y la primera mitad de Mayo de 2023 (Anexo II).

El procesado de datos ha sido realizado de manera autónoma por los alumnos, siguiendo las indicaciones y los tutoriales aportados durante la formación, pero contando con la posibilidad de asistencia técnica de los miembros del equipo. Esta fase ha sido desarrollada entre los meses de Abril y Junio de 2023. En este momento, la mayoría de los alumnos nos ha enviado ya sus modelos 3D y estamos en fase de impresión de los objetos.

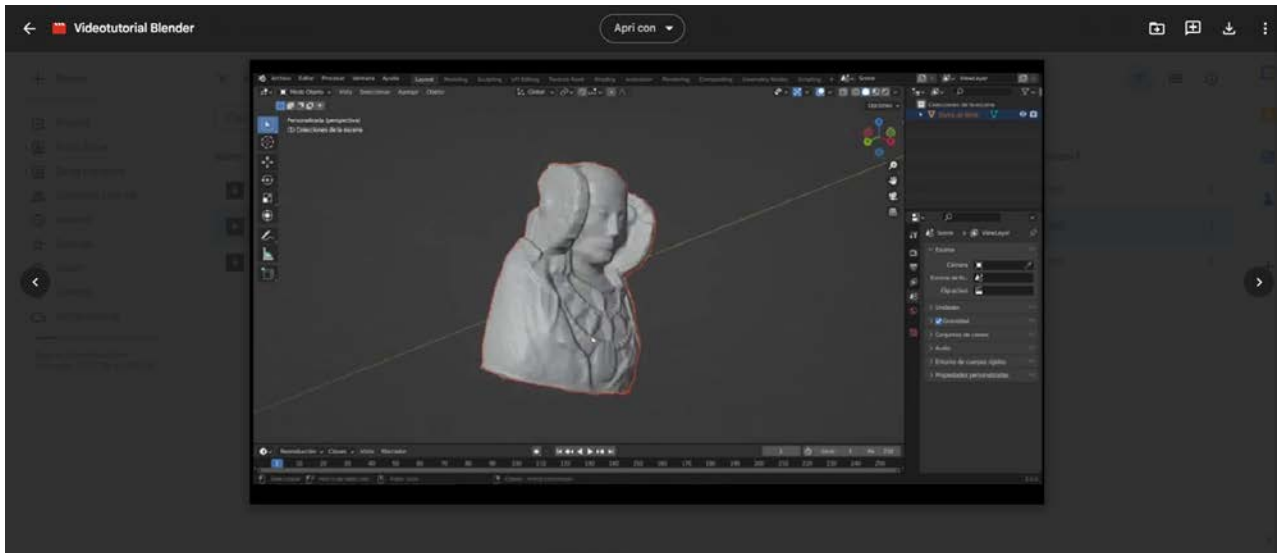
Los archivos digitales de las piezas, realizados por los alumnos, están siendo adaptados a los parámetros de impresión de nuestra impresora 3D a través del programa CURA. Una vez optimizada la pieza, ésta se imprime (Anexo III). Estimamos que antes de terminar el verano habremos finalizado la recopilación e impresión de la colección completa.

Paralelamente al proceso de elaboración e impresión de nuevas piezas, un grupo de alumnos del Grado de Restauración han llevado a cabo las tareas de intervención sobre los modelos tridimensionales impresos. La secuencia de tareas ha sido la siguiente: lijado de la superficie, imprimación de los modelos e incorporación de color (Anexo IV). Los objetos fueron, por lo tanto, lijados para matizar la superposición de capas que se observan por el tipo de metodología de impresión utilizada. En un segundo momento, se ha procedido con la imprimación de los modelos, es decir los objetos lijados han sido recubiertos por una pátina *espray* con una gran capacidad de relleno que ha favorecido aún más la matización de la superficie de los modelos. Finalmente, mediante capas de pintura acrílica diluida aplicadas con el uso de pinceles suaves, se ha ido incorporando el color a los diferentes modelos, tomando como referencia las fichas de cada uno de ellos (realizadas por los estudiantes del año pasado) y las imágenes originales.

Como colofón, tal y como se indicó en la solicitud de este proyecto, la actividad final será la exposición de la colección en un espacio de la facultad de Geografía e Historia, a fin de que todos los miembros de la comunidad universitaria puedan verla. Se expondrán tanto los modelos nuevos producidos *ex-novo* este año, como los objetos elaborados en el curso de la pasada edición y mejorados este año gracias a la intervención de los estudiantes de Bellas Artes. Si bien inicialmente se había fijado mayo-junio como fecha para celebrar esta exposición, dadas las circunstancias decidimos organizarla en septiembre. De este modo, además, coincidirá con las primeras semanas del siguiente curso académico, un periodo de mucha actividad en la facultad y, por tanto, tendrá un mayor impacto.

## 6. Anexos

Anexo I – Captura de pantalla del videotutorial para la utilización del software Blender realizado por algunos miembros del equipo del proyecto



Anexo II – Sesiones de fotogrametría en el Museo de S. Isidro y en el MAN





Anexo III – Fotos de piezas impresas





Anexo IV - Lijado de la superficie, imprimación de los modelos e incorporación de color realizados por los estudiantes del Grado en Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural



