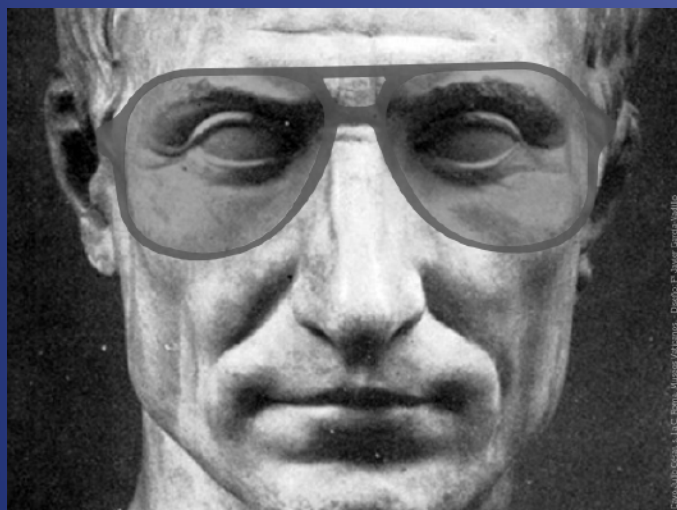


**ACTAS XI JORNADAS
DE JÓVENES EN INVESTIGACIÓN
ARQUEOLÓGICA,
TARRAGONA, 9-12 DE MAYO DE 2018**



**EDITORES,
COMITÉ EDITORIAL JIA TARRAGONA 2018:**

ANA BUCCHI MORALES
NOEMÍ ESCAYOLA GONZÁLEZ
KAREN FORTUNY MENDO
Fº JAVIER GARCÍA-VADILLO
JAVIER LUENGO GUTIÉRREZ
PABLO VARONA RUBIO

Institut Català d'Arqueologia Clàssica

TRAMA|5
TREBALLS D'ARQUEOLOGIA
DE LA MEDITERRÀNIA ANTIGA

**ACTAS XI JORNADAS DE JÓVENES
EN INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA,
TARRAGONA, 9-12 DE MAYO DE 2018**

**ACTAS XI JORNADAS
DE JÓVENES EN INVESTIGACIÓN
ARQUEOLÓGICA,
TARRAGONA, 9-12 DE MAYO DE 2018**

Editores, Comité Editorial JIA Tarragona 2018:

Ana Bucchi Morales

Noemí Escayola González

Karen Fortuny Mendo

Fº Javier García-Vadillo

Javier Luengo Gutiérrez

Pablo Varona Rubio

TRAMA|5

TREBALLS D'ARQUEOLOGIA
DE LA MEDITERRÀNIA ANTIGA

Institut Català d'Arqueologia Clàssica

Tarragona 2018

Edició de les actes de les XI Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica (JIA), que van tenir lloc, a Tarragona, del 9 al 12 de maig de 2018.

Aquesta obra ha estat possible gràcies al Programa d'Integració de Centres CERCA (SUMA 2016), en què participen l'Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC), l'Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES) i l'Institut Català de Recerca del Patrimoni Cultural (ICRPC).

Aquesta obra ha passat revisió d'experts.

Comitè editorial

Juan Manuel Abascal (Universitat d'Alacant), José María Álvarez Martínez (Museo Nacional de Arte Romano, Mèrida), Carmen Aranegui (Universitat de València), Achim Arbeiter (Universitat Georg-August de Göttingen, Alemanya), Jean-Charles Balty (Universitat de París-Sorbona [París IV], França), Francesco D'Andria (Universitat del Salento, Itàlia), Pierre Gros (Universitat de Provença, França), Ella Hermon (Université Laval, Quebec, Canadà), Rosa Plana-Mallart (Universitat Paul-Valéry Montpellier 3, França), Lucrezia Ungaro (Sovrintendenza Capitolina, Direzione Musei, Itàlia) i Susan Walker (Ashmolean Museum, Oxford, Regne Unit).

© d'aquesta edició, Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)

Plaça d'en Rovellat, s/n, 43003 Tarragona

Telèfon 977 24 91 33 - fax 977 22 44 01

info@icac.cat - www.icac.cat

Durant els nou primers mesos de publicació, qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només es pot fer tenint l'autorització dels seus titulars, amb les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centre Espanyol de Drets Reprogràfics, www.cedro.org) si heu de fotocopiar o escanejar fragments d'aquesta obra.

A partir del desè mes de publicació, aquest llibre està subjecte –llevat que s'indiqui el contrari en el text, en les fotografies o en altres il·lustracions– a una llicència Reconeixement-No comercial-Sense obra derivada 3.0 de Creative Commons (el text complet de la qual es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>). Així doncs, s'autoritza el públic en general a reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i les entitats que la publiquen i no se'n faci un ús comercial, ni lucratiu, ni cap obra derivada.

© del text, els autors

© de les fotografies i il·lustracions, els autors, llevat que s'indiqui el contrari

Primera edició: desembre de 2018

Coordinació editorial: Publicacions de l'ICAC

Correcció: Ramon Vidal Muntané

Imatge de la coberta: Francisco Javier García-Vadillo

Disseny de la col·lecció i de la coberta: Indústries Gràfiques Gabriel Gibert

Maquetació i impressió: Indústries Gràfiques Gabriel Gibert

ISBN: 978-84-946298-8-4

A la nostra companya, Rosa M. Mercado Guirado,
jove investigadora, arqueòloga compromesa
i lluitadora innata. *Sit tibi terra levis.*

A nuestra compañera, Rosa M. Mercado Guirado,
joven investigadora, arqueóloga comprometida
y luchadora innata. *Sit tibi terra levis.*

NUEVAS DIDÁCTICAS DEL PATRIMONIO: UNA APROXIMACIÓN VIRTUAL AL CIRCO ROMANO DE TARRAGONA

IVÁN FERNÁNDEZ PINO¹, KAREN FORTUNY MENDO¹

1. Presentación del proyecto

Cada vez son más frecuentes las iniciativas que emplean las nuevas tecnologías para fines patrimoniales, especialmente en los procesos de captación de datos y gestión de la información virtual sobre base gráfica. Un proyecto de estas características se ha aplicado en el circo romano de Tarragona mediante el empleo de diferentes sistemas de captura masiva de datos (SMCD) para documentar el monumento y su entorno urbano; de esta forma se abren nuevas vías de difusión y sociabilización del conjunto, que culminan en su integración en un *serious game*.

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto ARREL («Aplicacions de jocs seriosos en entorns de col·laboració per a la transmissió del patrimoni cultural de Catalunya»), impulsado entre el Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC) y la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) dentro de la convocatoria Recercaixa 2015. Al mismo tiempo, la realización del proyecto se inscribe en el programa de colaboración entre la Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de la URV (ETSA) y el ICAC, nacido en 2005, para estudiar el patrimonio histórico del sur de Cataluña mediante sistemas de captura masiva de datos. También se ha contado con el apoyo del Museu d'Història del Ayuntamiento de Tarragona, que ha permitido el acceso a los restos conservados del recinto circense.

El proyecto de documentación del circo romano de *Tarraco* ha consistido en el empleo combinado de sistemas de escáner láser convencional con la utilización del Mobile Mapping, o tecnología móvil de escaneo láser, para la elaboración de un modelo 3D del entorno del edificio. En este sentido, debe tenerse en cuenta la gran complejidad del registro a documentar, una gran extensión de aproximadamente 5 ha donde se solapan restos patrimoniales de distintas fases históricas y

naturalezas muy diversas. Las características del contexto urbano han impuesto, por lo tanto, unas demandas técnicas muy exigentes, haciendo necesaria una intensa y sistemática labor de toma de datos.

La creación de un *serious game* a partir de la documentación gráfica del circo responde a una demanda creciente de material didáctico de calidad mediante el ocio. En efecto, las nuevas tendencias en educación basadas en teorías constructivistas y de aprendizaje significativo (Díaz 2003), donde los alumnos son agentes activos en su formación, reivindican nuevos canales de transmisión dentro y fuera de las aulas. El aprendizaje basado en juegos es una de estas tendencias, donde se pretende involucrar al alumnado gracias a la naturaleza participativa de estas actividades (Valderrama 2015). En este sentido, proyectos como el del circo de Tarragona abren la puerta a nuevas vías para la docencia de disciplinas como la historia o las ciencias sociales.

Al mismo tiempo, el empleo de técnicas innovadoras en el registro de las estructuras arqueológicas propicia la sociabilización del patrimonio a distintos niveles. Especialmente interesantes son las posibilidades de transferencia permanente y actualizable del conocimiento que suponen plataformas virtuales de acceso libre como Sketchfab.

2. Contexto histórico-arqueológico

El circo de Tarragona es una construcción de época flavia que formaba parte del gran complejo de representación en la parte alta de la ciudad y funcionaba como zona de transición entre la ciudad residencial y el sector monumental superior (Fernández *et al.* 2017). Tras el abandono del edificio en el siglo V d. C., el área fue privatizada –con la construcción de viviendas y talleres– hasta el fin del período visigodo. De la ocupación de la ciudad

1. Institut Català d'Arqueologia Clàssica - ifernandez@icac.cat

en época musulmana hay pocos vestigios y no se detectan transformaciones urbanísticas notables. Los cambios en este sector urbano se documentan de nuevo a partir del siglo XII, con la reocupación cristiana, y suponen la transformación del circo en zona suburbial ganadera y artesanal. En época bajomedieval, el aumento demográfico provoca la urbanización del sector y el límite meridional del circo se convierte en la muralla sur de la ciudad. A partir de época moderna el edificio sufre graves afectaciones que acabarán configurando un sistema viario muy cercano al actual.

Del siglo XVIII se conservan las primeras representaciones gráficas del circo, aunque no es hasta la década de los años 80 del siglo XX cuando se elaboran las primeras planimetrías con carácter científico. Los trabajos de referenciación topográfica de la zona mediante GPS supusieron un impulso importante para el estudio de los restos del circo (Macias *et al.* 2017), que fueron incluidos en la *Planimetría Arqueológica de Tarraco* (Macias *et al.* 2007). La celebración de un congreso monográfico sobre el circo en 2017 (López 2017) supuso asimismo un impulso para la investigación sobre el monumento; un interés creciente que se ve reflejado en su modelización virtual.

3. Metodología de documentación

Para el desarrollo del proyecto se ha construido un modelo tridimensional de alta precisión, el cual permite, a su vez, generar nueva documentación arqueológica. Con tal objetivo se han utilizado de forma combinada escaneados «po-

sicionados» o tradicionales para las partes aún conservadas del monumento, mientras que para el escaneo general de toda el área se ha empleado el sistema de Mobile Mapping con una Pegasus Backpack de Leica Geosystems (fig. 1). Con ello se documentaron las fachadas de las casas y las partes externas de los vestigios arqueológicos, creando un modelo que se complementó con los escaneos tradicionales realizados con anterioridad (fig. 2). De esta forma se crearon modelos para el circo y la ciudad actual que se superponen para estudiar la interacción entre los distintos elementos, y que constituyen las bases para el *serious game*.

En cuanto a los aspectos técnicos, el modelo contaba con resoluciones que oscilan entre 1 punto cada 5 cm y 1 punto cada 5 mm y que generaron un modelo de 580 millones de puntos. La mochila se orienta con un sistema GNSS (GPS y Glonass), reforzado por una IMU de una deriva de 20 mm RMS cada 10 segundos, que se activa cuando la señal GNSS es insuficiente. Contiene dos escáneres láser en un plano de 360 grados que pueden registrar 600.000 puntos por segundo y con un radio de alcance útil de hasta 50 m. Uno de ellos hace la lectura, mientras que el otro es el soporte cuando el IMU se activa para crear áreas de superposición que corrigen las lógicas desviaciones al andar. El mecanismo comprende además cuatro cámaras fotográficas de 4MP que cubren un área visual de 360 x 200°, de manera que se obtiene una imagen esférica de todo el recorrido.

La creación y la gestión de los modelos virtuales se han trabajado con *software* especializado,



FIGURA 1. Escaneo del circo y su entorno mediante el Mobile Mapping (Pegasus Backpack).

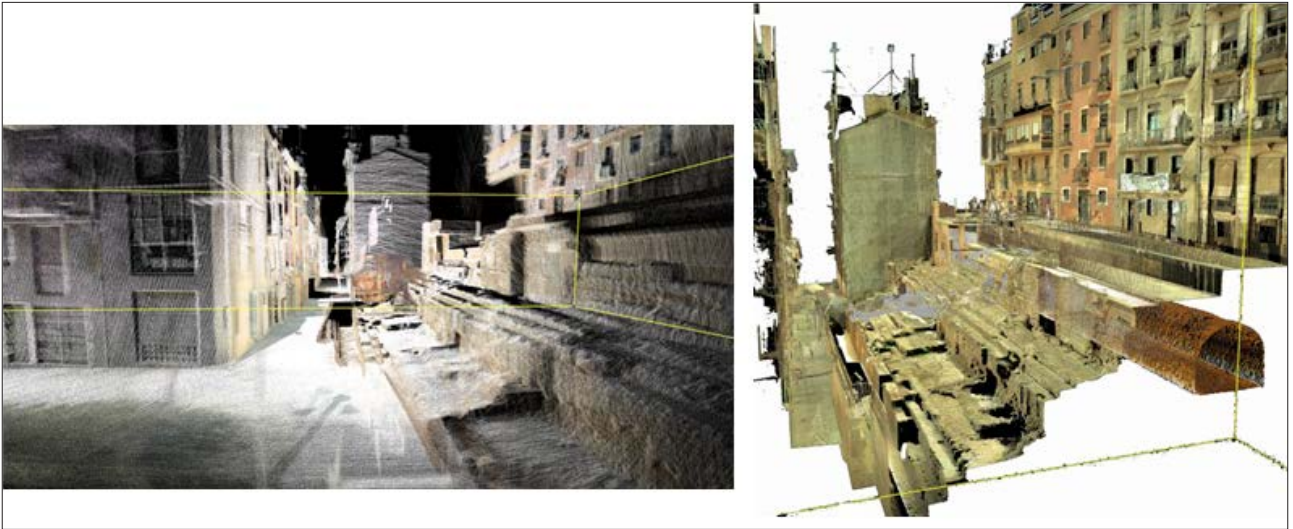


FIGURA 2. Combinación de distintos sistemas de escaneo. A la izquierda, escaneo mediante Mobile Mapping; a la derecha, escaneo mediante escaneo tradicional.

como 3DMax y AutoCAD. Para el diseño del juego es al mismo tiempo fundamental el contenido formativo, a partir de un fondo documental elaborado por un equipo multidisciplinar de arqueólogos, pedagogos, arquitectos e informáticos. En efecto, la información ha sido seleccionada para idear un hilo argumental que permita ir adentrándose en el conocimiento del circo y su evolución histórica. Las distintas visualizaciones del modelo se han publicado asimismo en la plataforma Sketchfab (<https://skfb.ly/6qquy>), creando un espacio de transferencia del conocimiento de fácil acceso y actualización (fig. 3).

4. Últimas reflexiones

El proyecto en el circo romano de Tarragona supone un ejemplo de aplicación de los sistemas de captura masiva de datos (SMCD) en la documentación de estructuras arqueológicas. En efecto, este caso ilustra la necesaria flexibilidad en el empleo de tales herramientas, especialmente para conjuntos de alta complejidad estructural. Así, ha resultado fundamental la utilización del sistema idóneo para cada contexto y la combinación de datos provenientes de las distintas fuentes en la gestión virtual de los modelos.



FIGURA 3. Modelo 3D del circo romano en su entorno urbano actual.

Además, la creación de un *serious game* basado en un riguroso trabajo de documentación arqueológica demuestra la utilidad de estos recursos en materia de educación y difusión del patrimonio. Precisamente por su carácter globalizador y a la vez fácil de gestionar, actualizar y adaptar, los proyectos de virtualización arqueológica permiten crear contenidos plurales y adaptables a distintos niveles formativos. De esta manera, el proyecto incorpora una reflexión sobre las tendencias actuales de la museografía y la idoneidad de los recursos de la arqueología virtual para la socialización del patrimonio.

5. Bibliografía

- FERNÁNDEZ, I.; MACIAS, J. M.; PUCHE, J. M.; SOLÀ-MORALES, P.; TOLDRÀ, J. M. 2017: «Metodología de análisis del circo romano de Tarragona y nuevos resultados», en: ROLDÁN, L.; MACIAS, J. M.; PIZZO, A.; RODRÍGUEZ, O. (eds.), *Modelos constructivos y urbanísticos de la arquitectura de Hispania. Definición, evolución y difusión del periodo romano a la Antigüedad tardía (MARqHis 2013-2015)*, 117-136.
- LÓPEZ VILAR, J. 2017: *Actes del 3r Congrés Internacional d'Arqueologia i Món Antic. La glòria del circ: curses de carros i competicions circenses*, Tarraco Biennial 3, Tarragona.
- MACIAS, J. M.; FIZ, I.; PIÑOL, LL.; MIRÓ, M. T.; GUITART, J. 2007: *Planimetria arqueològica de Tàrraco*, Documenta, 5, Tarragona.
- MACIAS, J. M.; PUCHE, J. M.; SOLÀ-MORALES, P.; TOLDRÀ, J. M.; FERNÁNDEZ, I. 2017: «Mobile Mapping and laser scanner to interrelate the city and its heritage: The Roman Circus of Tarragona», en: AMOËDA, R.; LIRA, S.; PINHEIRO, C. (eds.), *Rehab 2017 - Proceedings of the 3rd International Conference on Preservation, Maintenance and Rehabilitation of Historical Buildings and Structures*, 21-28.
- VALDERRAMA, B. 2015: «Los secretos de la gamificación: 10 motivos para jugar», *Capital Humano*, 295, 72-78.