

PRESENTACIÓN

ALEXIS MALDONADO RUIZ* y JORGE ROUCO COLLAZO**

El presente volumen monográfico “La Arqueología en la era digital. Aplicaciones y posibilidades de la documentación y análisis tridimensional” surge motivado por la necesidad de dar a conocer un marco metodológico, y también teórico, cada vez más habitual en Arqueología y otras disciplinas afines ligadas a las Humanidades Digitales y estrechamente vinculadas a la investigación, documentación y preservación del patrimonio arqueológico.

En los últimos años, la expansión de técnicas como la fotogrametría SfM o el escaneado láser ha generalizado el uso de formatos digitales en general y tridimensionales en particular. Una de las principales consecuencias de ello ha sido el desarrollo de numerosas herramientas de procesado, difusión y análisis del registro arqueológico. Desde la reconstrucción virtual (Lancaster y Matney, 2023; Maldonado *et al.*, 2022), hasta el empleo del *Deep Learning* e Inteligencia Artificial (Tenzer *et al.*, 2024; Verschoof-van der Vaart, 2022), pasando por técnicas de procesamiento de superficies (Martínez *et al.*, 2024), estiramiento por decorrelación (Maldonado *et al.*, 2024; Dorado *et al.*, 2021), impresión 3D (Maldonado *et al.*, 2021), el uso de UAS (Carreño *et al.* 2024; Rouco y Benavides, 2023) o el empleo de los datos LiDAR (Cerrillo y López, 2020; Mlekuž, 2013; Rodríguez Bulnes *et al.*, 2022) y Sistemas de Información Geográfica (Conolly y Lake, 2006; Murrieta-Flores y Martins, 2019). Entre otras muchas, estas herramientas han calado profundamente en nuestra disciplina y han pasado a englobarse dentro de una corriente teórica y metodológica que conocemos como Arqueología Virtual.

* Alexis Maldonado Ruiz, Faculty of Archaeology, Universiteit Leiden, Einsteinweg 2, 2333 CC Leiden, Países Bajos / Faculdade de Xeografía e Historia, Universidade de Santiago de Compostela, Praza da Universidade 1, 15703 Santiago de Compostela, España. a.maldonado.ruiz@arch.leidenuniv.nl, Orcid: 0000-0002-6602-9514

** Jorge Rouco Collazo, Instituto de Ciencias del Patrimonio, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Edificio Fontán, Bloque 4 Monte Gaiás s/n, 15707 Santiago de Compostela, España. jroucollazo@gmail.com, Orcid: 0000-0002-9111-397X.

Fecha de recepción: 16-07-2024. Fecha de aceptación: 17-07-2024.

<http://dx.doi.org/10.30827/CPAG.v34i0.31299>

Junto al término original de Arqueología Virtual (Reilly, 1990), la Ciber-arqueología (Forte, 2011), Arqueología Digital (Morgan y Eve, 2012), Arqueología Cyborg (Morgan, 2019) o Figital (Reilly *et al.*, 2021) son algunas de las denominaciones que han tratado de englobar, y fraccionar quizás, una realidad que se encuentra ya perfectamente asentada en nuestra disciplina. La tendencia actual a clasificar de forma innecesaria y separar aspectos de una misma realidad en compartimentos metodológicos y teóricos estancos ha afectado considerablemente a una rama compleja y en pleno crecimiento. Sin embargo, en una rama tan reciente como esta, estas acepciones no son más que leves modificaciones propiciadas por la rápida evolución tecnológica de los últimos años, de la realidad que ya vislumbró Paul Reilly a principios de los años 90 (Reilly, 1990): “the set of computer techniques that enable the 3D visualisation of the virtual and realistic representation of ancient buildings and objects, whose remains have disappeared or are in such a poor conservation state that it is impossible to observe them or very difficult to interpret them”.

A todo esto, debemos sumar la propia parcialización cronológica. Mientras que la inmensa mayoría de grupos de investigación ligados al estudio arqueológico aplican con relativa frecuencia este tipo de tecnologías como parte, ya esencial, de sus flujos de trabajo, con frecuencia se ignoran los trabajos que trascienden directamente nuestra línea de especialización. Aquel que estudia la época prehistórica consultará trabajos de este tipo enfocados a una etiqueta cronológica muy concreta, desechando irremediamente interesantes trabajos llevados a cabo en espacios que, cronológicamente, le son ajenos. Esto choca radicalmente contra la razón de ser de la Arqueología Virtual, una línea que debe aunar esfuerzos independientemente de la cronología, geografía y naturaleza cultural del patrimonio.

Como indicaba Costopoulos (2016), las humanidades, cada vez más digitalizadas, tienen la “desafortunada tendencia a convertir los enfoques y las herramientas en objetos de estudio en sí mismas”, esencializándolas y organizando conversaciones en torno a ellas. El problema de esta tendencia arqueológica al encasillamiento teórico es que, al parcializar el modo en que abordamos la Arqueología Virtual, generamos fronteras poco permeables que limitan el diálogo entre investigadores y reducen considerablemente nuestra capacidad de solventar los problemas básicos que realmente nos afectan a todos. El “*Lost Media*” o pérdida de archivos que conlleva la obsolescencia de los formatos, la gestión y almacenamiento de grandes volúmenes de información o la dejadez administrativa son, sin duda alguna, las grandes problemáticas de una tendencia creciente en Arqueología. Sin embargo, la necesidad autoimpuesta de generar *corpora* teóricos aislados limita una percepción más holística y nubla, en la mayoría de los casos, la coherencia con la que se afrontan estos peligros. Olvidamos, desgraciadamente, que es aquí donde deben centrarse los esfuerzos teóricos.

Con este monográfico, queremos sentar las bases para que “Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada” sea un lugar donde hacer arqueología digital, más que un lugar para discutir sobre qué es, o no es, la Arqueología Virtual. En este sentido, “La Arqueología en la era digital. Aplicaciones y posibilidades de la documentación y análisis tridimensional” tiene como principal

objetivo poner en valor algunas de las iniciativas actuales que se están generando a este respecto. Sin etiquetas, sin fronteras cronológicas, geográficas o culturales en una realidad donde prima el uso de un aparato metodológico científicamente definido. Por este motivo, a lo largo de las siguientes aportaciones, el lector encontrará numerosas aplicaciones de la Arqueología Virtual y, concretamente, de su concepción más tridimensional. A través de diferentes casos de estudio, ubicados en distintas partes del territorio nacional e internacional y buscando el arco cronológico más amplio posible, abordaremos la aplicabilidad real de esta corriente arqueológica.

Abre el monográfico el trabajo de Cerrillo Cuenca con una aportación sobre las técnicas de realce digital aplicadas al arte rupestre prehistórico, concretamente al caso de las pinturas. El autor realiza una reflexión sobre las aplicaciones habituales de estas técnicas digitales, su aplicación metodológica y finalmente, traza unas perspectivas de futuro con la introducción de la Inteligencia Artificial, concretamente las técnicas de *machine learning* para el reconocimiento automático y clasificación de pigmentos. También sobre realce digital de arte prehistórica, en este caso de grabados en megalitos, versa la aportación de Carrero Pazos, Vázquez Martínez y Vilas Estévez. Concretamente, se trata de un caso de estudio de la aplicación práctica de estos métodos a través de la fotogrametría digital.

Benavides López y Aranda Jiménez también muestran un caso práctico de aplicación de la fotogrametría a necrópolis megalíticas. Pero en este trabajo, la documentación se realiza a través de la fotogrametría aérea con un vehículo aéreo no tripulado (UAS o dron), una técnica que ha ganado gran relevancia en los últimos años y ha adquirido gran precisión. La fotogrametría también forma parte del artículo de Rodríguez González, Casals y Celestino Pérez. En este caso, como uno de los métodos base para la reconstrucción virtual del yacimiento del Turuñuelo. También se emplea el modelado 3D y motores de renderizado como Unreal Engine para obtener resultados de gran calidad. Este trabajo muestra otra de las principales ramas de la Arqueología Virtual, la divulgación.

Solana-Muñoz, por su parte, emplea otra de las técnicas de documentación tridimensional que más se han desarrollado en el campo de la arqueología en los últimos años, el LiDAR. En este caso, se usa como base para el cálculo de volúmenes edificados en castros de la Edad del Hierro en las cuencas altas del Ebro y el Duero. Esta misma técnica se emplea en la aportación de Nión-Álvarez, en este caso para la teledetección de restos de vías romanas en el Noroeste peninsular.

Sánchez de la Parra y Díaz-Navarro vuelven a tratar sobre la vertiente de la Arqueología Virtual más vinculada con la divulgación. En este caso, presentan los resultados de la aplicación de la impresión 3D y la tiflogía para un proyecto de didáctica y accesibilidad del patrimonio.

Por su parte, el artículo de De Torres Rodríguez, Franco Fernández, Aparicio Resco y Rouco Collazo hace un repaso a la aplicación de distintas técnicas digitales para la documentación, análisis y difusión del patrimonio histórico y arqueológico en un área con una logística compleja como es el Cuerno de África.

Por tanto, este volumen monográfico lo componen trabajos con metodologías diversas (fotogrametría, LiDAR, impresión 3D, realce de imagen, etc.) que se cen-

tran en temáticas y períodos muy diversos (desde el arte prehistórico peninsular a los sultanatos medievales del Cuerno de África). Son, pues, buena muestra de la diversidad de aproximaciones teóricas, metodológicas, temáticas y cronológicas que caracterizan a día de hoy la aplicación de las tecnologías digitales a la Arqueología. Esperamos que a través de ellas el lector pueda ver las enormes posibilidades que estas aplicaciones aportan.

Leiden y Santiago de Compostela, 16 de julio de 2024

BIBLIOGRAFÍA

- CARREÑO SOLER, J. J., MALDONADO RUIZ, A. y ROUCO COLLAZO, J. (2024): “El “Arte” del Mármol. Una aproximación arqueológica y digital a las serrerías hidráulicas del siglo XIX en el Valle del Almanzora (Almería, España)”, *Virtual Archaeology Review* 15:31, pp. 132-152.
- CERRILLO CUENCA, E. y LÓPEZ LÓPEZ, A. (2020): “Evaluación y perspectivas del uso del LiDAR en la arqueología española”, *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* 39, pp. 221-238.
- CONOLLY, J. y LAKE, M. (2006): *Geographical Information Systems in Archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- COSTOPOULOS, A. (2016): “Digital Archeology Is Here (and Has Been for a While)”, *Frontiers in Digital Humanities* 3:4. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2016.00004>
- DORADO ALEJOS, A., MEDEROS MARTÍN, A., GONZÁLEZ QUINTERO, P. y DÍAZ CANTÓN, A. (2021): “The ceramic productions of Puente de Santa Bárbara: a Bell Beaker metallurgical centre in the Almanzora Basin (Huércal-Overa, Almería, SE Spain)”, *Archaeological and Anthropological Science* 13:82, pp. 1-27. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01316-1>
- FORTE, M. (2011): “Cyber-Archaeology: Notes on the simulation of the past”, *Virtual Archaeology Review* 2:4, pp. 7-18. <https://doi.org/10.4995/var.2011.4543>
- LANCASTER, J. y MATNEY, T. (2023): “Digitally constructing a late Early Bronze Age roof. Observations and conclusions”, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 28, p. e00258. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2023.e00258>
- MALDONADO RUIZ, A., DORADO ALEJOS, A. y FERNÁNDEZ GARCÍA, M. I. (2022): “The recovery of the terra sigillata seals from the Roman ceramic workshop of Isturgi (Los Villares de Andújar, Jaén, Spain) from their digitalization, reconstruction and 3D printing”, *Virtual Archaeology Review* 13:27, pp. 117-134. <https://doi.org/10.4995/var.2022.16532>
- MALDONADO RUIZ, A., LÓPEZ CASTILLO, M., SOL PLAZA, J. F., RUIZ MONTES, P. y RUIZ VIVAS, C. M. (2024): “Nuevas aportaciones a la epigrafía de la Granada romana. Del texto arqueológico al análisis digital”, *Pyrenae* 55:2, pp. 149-163. <https://doi.org/10.1344/Pyrenae2024.vol55num2.6>
- MALDONADO RUIZ, A., ROUCO COLLAZO, J., y MARTÍNEZ CARRILLO, C. (2021): “Arqueología, Impresión 3D y Tiflogía. La Accesibilidad del Patrimonio Arqueológico como forma de difusión”, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 31, pp. 421-441. <https://doi.org/10.30827/cpag.v31i0.15430>
- MARTÍNEZ SÁNCHEZ, R. M., MALDONADO RUIZ, A., VERA RODRÍGUEZ, J. C., BRETONES GARCÍA, M. D., BALBÍN BEHRMANN, R. y BUENO RAMÍREZ, P. (2024): “El conjunto megalítico de Las Sileras (Córdoba). Una aproximación multiescala y digital a un rompecabezas grabado en piedra”, *Trabajos de Prehistoria* 81:1, p. 966. <https://doi.org/10.3989/tp.2024.966>
- MLEKUŽ, D. (2013): “Skin Deep: LiDAR and Good Practice of Landscape Archaeology”, *Good*

- Practice in Archaeological Diagnostics. Non-invasive Survey of Complex Archaeological Sites* (C. Corsi, B. Slapšak y F. Vermeulen, eds.), Springer, London, pp. 113-129.
- MORGAN, C. (2019): "Avatars, Monsters, and Machines: A Cyborg Archaeology", *European Journal of Archaeology* 22:3, pp. 324-337. <https://doi.org/10.1017/ea.2019.22>
- MORGAN, C. y EVE, S. (2012): "DIY and digital archaeology: what are you doing to participate?", *World Archaeology* 44, pp. 521-537. <https://doi.org/10.1080/00438243.2012.741810>
- MURRIETA-FLORES, P. y MARTINS, B. (2019): "The geospatial humanities: past, present and future", *International Journal of Geographical Information Science* 33:12, pp. 2424-2429.
- REILLY, P. (1991): "Towards a Virtual Archaeology", *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1990. BAR International Series 565* (S. Rahtz y k. Lockyear, eds.), Tempus Reparatum, pp. 132-139.
- REILLY, P., CALLERY, S., DAWSON, I. y GANT, S. (2021): "Provenance Illusions and Elusive Paradata: When Archaeology and Art/Archaeological Practice Meets the Phygital", *Open Archaeology* 7:1, pp. 454-481. <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0143>
- RODRÍGUEZ BULNES, J. M., BENAVIDES LÓPEZ, J. A., ROMERO PELLITERO, P., MARTÍN CIVANTOS, J. M. y ROUCO COLLAZO, J. (2022): "The documentation of archaeological heritage through aerial photogrammetry and UAS-based LiDAR: the case study of the Espique valley (La Peza, Granada, Spain)", *Disegnarecon* 15:29, pp. 12.11-12.10. <https://doi.org/10.20365/disegnarecon.29.2022.12>
- ROUCO COLLAZO, J. y BENAVIDES LÓPEZ, J. A. (2023): "La fotogrametría SfM mediante UAS para la documentación de las fortificaciones de la Alpujarra (Granada y Almería, España)", *Defensive architecture of the Mediterranean* (M.G. Bevilacqua y D. Olivieri, eds.), Università degli Studi di Pisa/Universidad Politécnica de Valencia, Pisa, pp. 1139-1146. <https://doi.org/10.12871/9788833397948143>
- TENZER, M., PISTILLI, G., BRANDSEN, A. y SHENFIELD, A. (2024): "Debating AI in Archaeology: applications, implications, and ethical considerations", *Internet Archaeology* 67, online. <https://doi.org/10.11141/ia.67.8>
- VERSCHOOF-VAN DER VAART, W. B. (2022): *Learning to look at LiDAR: combining CNN-based object detection and GIS for archaeological prospection in remotely-sensed data*, Universiteit Leiden. <https://hdl.handle.net/1887/3256824>