

Modelizaciones computacionales para la comprensión de fenómenos históricos y sociales

Computational Modelling for Understanding Historical and Social Phenomena

Alfredo Cortell-Nicolau*
University of Cambridge
McDonald Institute for Archaeological Research
<https://orcid.org/0000-0003-1982-6403>
ac2320@cam.ac.uk

Salvador Pardo-Gordó
Universidad de la Laguna
Departamento de Geografía e Historia
<https://orcid.org/0000-0002-1060-1526>
spardogo@ull.edu.es

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de técnicas de modelización matemática y computacional en Arqueología y Ciencias Sociales es, hoy en día, un hecho. El exponencial aumento de datos disponibles, así como el incremento de la potencia computacional y técnicas analíticas ha situado a la Arqueología en una posición de franco crecimiento epistemológico y metodológico no exenta de retos, desafíos y problemas específicos (BEVAN, 2015). Tradicionalmente, la mayoría de las arqueólogas europeas han sido entrenadas en un tipo de pensamiento donde la seriación, la capacidad de establecer conexiones (con la memorística que requiere) o el desarrollo dialéctico son parte esencial del desarrollo de la disciplina, generalmente con matices más o menos cargados de pospositivismo. Frente a estas características analíticas, durante años se ha presentado el desarrollo de enfoques formales como algo innecesario, cuando no contrario a la esencia misma de la disciplina. Con el

*Autor de correspondencia / *Corresponding author.*

tiempo, esto ha creado dos grandes esferas teórico-metodológicas, no exentas de connotaciones geopolíticas y de retos interpersonales.

Pero la Arqueología no es (o no debe ser) geopolítica y, desde luego, va (o debería ir) mucho más allá de cualquier reto interpersonal. Desde nuestro punto de vista, esta visión dicotómica sobre «qué es» y «cómo afrontar» la Arqueología es un error, en tanto que el frentismo teórico-metodológico sistemático niega las posibles aportaciones de la otra parte y, por tanto, pierde posibilidades innegables para la creación de conceptos y sinergias que enfaticen su propio desarrollo y crecimiento. Y si vamos más allá del científico y de la científica, lo que realmente importa es la ciencia que desarrolla, por lo que parecería, cuanto menos, contraproducente limitar el desarrollo de esta, la ciencia, por la elección de una u otra posición teórica. Tal vez sería útil aquí adaptar las palabras del profesor Stephen J. Shennan (2012) a raíz de las diferencias en las corrientes teóricas evolutivas, donde aboga por la complementariedad y reciprocidad de las mismas. La teoría y el método no son algo a lo que haya que defender, ni por lo que sea necesario posicionarse, sino más bien una herramienta que habilite el crecimiento científico y ayude, en el caso de la Arqueología, a desarrollar mejores interpretaciones del pasado.

En este sentido, el modo de afrontar problemas desde el punto de vista de la modelización formal es, en cierto sentido, distinto al de enfoques más fenomenológicos, pero no necesariamente contrapuesto. De hecho, y como en el resto de campos científicos, la computación es una herramienta más, no en detrimento de la sabiduría adquirida durante años de investigación, sino como complemento de la misma. Nos parecería, pues, un error que las investigadoras dedicadas a la Arqueología, la Prehistoria o las Ciencias Sociales y Humanidades en general abandonaran la creatividad y la comprensión de la experiencia que tradicionalmente les ha permitido establecer conexiones entre diferentes lugares y cronologías y elaborar un tipo de narraciones que, en definitiva, son las que dan sentido a la disciplina. La Arqueología debe ser contada y, como tal, requiere de una capacidad de observación que permita hilvanar conceptos y resultados, que cuestione los postulados preestablecidos y que plantee nuevas preguntas (a menudo inabordables con nuestras herramientas formales actuales). Pero para ser contada, también debe ser entendida con la mayor precisión y menor ambigüedad posibles. Si algo no puede ser soportado por técnicas analíticas contrastadas, asentadas sobre años de desarrollo en la mayoría de los casos, así como en la objetividad de los datos ¿No sería pretencioso pensar que las teorías que derivemos de nuestra experiencia tienen un mayor respaldo? La única diferencia entre ambas (ya que ambas observan los mismos datos) es que unas pueden ser comprobadas empíricamente y las otras no. En última instancia, tal vez la combinación de la fenomenología con la metodología formal pueda crear una serie de preguntas (y respuestas) interesantes, con más capacidad de contraste y reproducibilidad. Y en este sentido, tal y como se ha demostrado en muchas otras disciplinas donde la narrativa es importante (como la Biología, la Demografía, la Geología, etc.), el lenguaje formal puede ser un color adicional para la paleta de métodos de cualquier humanista. Y uno muy útil.

2. ¿POR QUÉ ESTE DOSSIER?

El presente volumen se basa precisamente en eso, en la exposición de una serie de técnicas analíticas que pueden ayudar y contribuir en el desarrollo y contraste de todo tipo de cuestiones arqueológicas. Más en particular, se centra en cómo las investigadoras de la Península Ibérica, también con las aportaciones de otras investigadoras europeas, han enfrentado problemas específicos de la disciplina arqueológica. En este sentido, contribuye a superar la esfera teórica en la que la aplicación de técnicas computacionales tradicionalmente ha tenido un mayor arraigo en el mundo anglosajón. Esta visión anglicista de la computación no está exenta, sin embargo, de sesgo y de falta de apreciación por los aportes de investigadores de otras áreas y escuelas. Por ejemplo, Rozoy ya aplicó estudios filogenéticos tan pronto como en 1978, así como también lo hizo Teresa Chapa (1984), mucho antes de que O'Brien y Lee Lyman los popularizaran en 2003. Del mismo modo, el modelo de ola de avance (AMMERMAN y CAVALLI-SFORZA, 1971; 1984), uno de los más exitosos y consolidados modelos de expansión neolítica, y, de fuerte componente formal, fue desarrollado con gran presencia académica italiana, solo por mencionar algunos ejemplos. Por su parte, en la Península Ibérica la utilización de gran cantidad de lo que hoy se consideran técnicas «computacionales» empieza también en el último cuarto del siglo pasado, sin demasiado retraso con respecto a otros ámbitos geográficos, y ciertamente previo a la explosión computacional actual. Así, y solo por mencionar algunos casos, se podría hablar del inicio de la utilización de sistemas de información geográfica con los «*Coloquios sobre Arqueología*» organizados desde del Colegio Universitario de Teruel en 1984 (GARCÍA ATIÉNZAR, 2008) o el desarrollo de modelos con fuerte composición matemática en los 90 del siglo pasado (FORT y MÉNDEZ, 1999).

La Península Ibérica tiene una fuerte tradición de investigación arqueológica, así como un conjunto tanto de yacimientos como de investigadoras que pueden aportar, y aportan, gran valor al conocimiento del pasado en el ámbito internacional. Tradicionalmente ligada a la escuela francesa, hoy podría decirse que, fruto de su internacionalización y dinamismo, está desarrollando una personalidad propia y ecléctica en la que las experiencias de diversas investigadoras se funden para crear, desarrollar y aplicar métodos que no solo aportan valor en el ámbito peninsular, sino que son reconocidos y estudiados fuera de sus fronteras (ver, por ejemplo, ORENGO *et al.*, 2021 o RUBIO-CAMPILLO *et al.*, 2022).

En general, podría decirse que las investigadoras peninsulares están consiguiendo no solo seguir la estela internacional, sino incrementarla, enriquecerla y diversificarla con sus propias aportaciones, y este volumen es buena prueba de ello. De hecho, el artículo de Andreas Angourakis se focaliza en reflexionar sobre el papel que tiene la simulación social en la disciplina arqueológica. En este sentido, el autor realiza un trabajo a conciencia sobre la definición de conceptos como «Arqueología Computacional» y «Arqueología Digital» y finalmente utiliza la cultura Anasazi (AXTELL *et al.*, 2002; JANSSEN, 2009) para ejemplificar el papel de la computación en Arqueología. La contribución de Michael Kempf y Eli J.S. Weaverdyck se focaliza en analizar diferentes aproximaciones para comprender

la distribución de puntos en la región francesa del Alto Rin en tres periodos temporales: pre-romano, romano y post-romano; todo ello bajo el paraguas de la Arqueología Cuantitativa. El trabajo de Miguel Carrero-Pazos se focaliza en el noroeste peninsular, la Serra de Barbanza (Galicia), en un contexto cronológico caracterizado por la emergencia de los megalitos. Este trabajo, aunque difiere en cuestiones cronológicas y espaciales, es complementario al de M. Kempf y Weaverdyck en tanto que, también, se focaliza en la simulación computacional para analizar tanto la distribución de puntos como las rutas óptimas a partir de la combinación de análisis estadísticos y Sistemas de Información Geográfica. El trabajo de Carlos Rodríguez Rellán y Ramón Fábregas analiza el mismo contexto crono-cultural «*el fenómeno megalítico*» en la misma región geográfica, pero desde una aproximación metodológica diferente. Estos autores hacen uso de la modelización basada en agentes (CEGIELSKI y ROGERS, 2016) para explorar la perceptibilidad de los monumentos megalíticos. Este trabajo, es un ejemplo excelente de cómo la simulación computacional, y más en concreto, la modelización basada en agentes permite evaluar, analizar y explorar variables emergentes que surgen en cualquier sistema a partir de las interacciones entre los diferentes agentes (BONABEAU, 2002). Los dos siguientes artículos se focalizan en el método del aprendizaje automático. Así pues, el trabajo de Olga Palacios se centra en una revisión de los trabajos arqueológicos en los que se utiliza el método de «*Machine Learning*». Sin embargo, también se presenta un análisis concreto y, sobre todo, novedoso focalizado en el análisis de redes complejas bayesianas; método aún muy poco explorado en el contexto de las Humanidades (PALACIOS *et al.*, 2022). Con el artículo de Ivan Gironès y Miquel Molist nos situamos en un caso de estudio de colecciones arqueológicas descontextualizadas procedentes de las terrazas fluviales del río Ebro, en la provincia de Tarragona, aplicando un proceso bayesiano automático, recientemente desarrollado (PARDO-GORDÓ *et al.*, 2022). Aquí se observa la potencialidad del «*Machine Learning*» para obtener información cronológica precisa sobre dichas colecciones. Del mismo modo, y no menos importante, esta aproximación metodológica permite «rescatar» las colecciones descontextualizadas caracterizadas por su naturaleza de palimpsesto para insertarlas en las dinámicas de ocupación territorial; siendo este caso de estudio un excelente ejemplo de ello. Finalmente, el dossier se cierra con el artículo elaborado por los propios editores. Este se focaliza en una temática específica asociada a la Arqueología Computacional como son las cuestiones de transparencia y reproducibilidad de los resultados. Por ello, hemos decidido que ambas, ampliamente discutidas en contextos anglosajones (MARWICK, 2017), debían estar presentes en este dossier. Así pues, nuestro trabajo no solo analiza el estado de la cuestión de la transparencia y reproducibilidad en el ámbito hispano-luso, sino también realiza unas reflexiones sobre el cómo proceder en la disciplina en aras de una mayor transparencia.

Finalmente, queremos utilizar las últimas líneas de la presente introducción para agradecer tanto al equipo editorial de la revista *Vegueta: anuario de la facultad de Geografía e Historia* de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria el tiempo invertido para que este dossier salga en tiempo. Cuestión extensible

tanto a las autoras y autores de los trabajos y, sobre todo, a todas las personas que han realizado la revisión de cada uno de los manuscritos; sin su dedicación desinteresada este volumen no hubiere sido posible.

3. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el contexto de los proyectos ArchBiMod (MSCA-IF: 101020631) y el proyecto PID2021-127141NA-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033/ y por FEDER una manera de hacer Europa. SPG es beneficiario del programa Ramón y Cajal (ayuda RYC2021-033700-I) financiada por MCIN/AEI/10.13013/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. ACN es beneficiario del programa Marie Skłodowska-Curie Actions (H2020-MSCA-IF-2020) financiado por el programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea.

4. REFERENCIAS

- AMMERMAN, A.J.; CAVALLI-SFORZA, L.L. (1984): *The Neolithic Transition and the Genetics of Populations in Europe*, Princeton University Press.
- AXTELL, R.L.; EPSTEIN, J.M.; DEAN, J.S.; GUMERMAN, G.J.; SWEDLUND, A.C.; HARBURGER, J.; CHAKRAVARTY, S.; HAMMOND, R.; PARKER, J.; PARKER, M. (2002): «Population growth and collapse in a multiagent model of the Kayenta Anasazi in Long House Valley», *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99 (Suppl. 3), 7275-7279. <https://doi.org/10.1073/pnas.092080799>
- BEVAN, A. (2015): «The data deluge». *Antiquity*, 89 (348): 1473-1484. <https://doi.org/10.15184/aqy.2015.102>
- BONABEAU, E. (2002): «Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (suppl. 3): 7280-7287. <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
- CEGIELSKI, W.H.; ROGERS, J.D. (2016): «Rethinking the role of Agent-Based Modeling in archaeology», *Journal of Anthropological Archaeology*, 41: 283-298. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.01.009>
- CHAPA, M. T. (1984): «Aspectos metodológicos de la tipología arqueológica: Un ejemplo referido a las fíbulas de La Téne». En *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*, (pp. 253-268).
- FORT, J.; MÉNDEZ, V. (1999): «Time-Delayed Theory of the Neolithic Transition in Europe». *Physical Review Letters*, 82 (4): 867-870. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.82.867>
- GARCÍA ATIÉNZAR, G. (2008): «Aplicaciones SIG en el análisis de las sociedades del pasado: Un caso de estudio: las primeras comunidades campesinas del Levante Peninsular», *Panta Rei: Revista de Ciencia y Didáctica de La Historia*, 3: 45-72. <https://doi.org/10.6018/pantarei/2008/4>
- JANSSEN, M.A. (2009): «Understanding artificial Anasazi». *Journal of Artificial*

- Societies and Social Simulation*, 12 (4): 13. <https://www.jasss.org/12/4/13.html>
- MARWICK, B. (2017): «Computational Reproducibility in Archaeological Research: Basic Principles and a Case Study of Their Implementation», *Journal of Archaeological Method and Theory*, 24: 424-450. <https://doi.org/10.1007/s10816-015-9272-9>
- O'BRIEN, M.J.; LEE LYMAN, R. (2003): *Cladistics and Archaeology*, University of Utah Press.
- ORENGO, H.A.; GARCIA-MOLSOSA, A.; BERGANZO-BESGA, I.; LANDAUER, J.; ALIENDE, P.; TRES-MARTÍNEZ, S. (2021): «New developments in drone-based automated surface survey: Towards a functional and effective survey system», *Archaeological Prospection*, 28 (4): 519-526. <https://doi.org/10.1002/arp.1822>
- PALACIOS, O.; BARCELÓ, J.A.; DELGADO, R. (2022): «Exploring the role of ecology and social organisation in agropastoral societies: A Bayesian network approach», *PLOS ONE*, 17 (10): e0276088. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276088>
- PARDO-GORDÓ, S.; BERNABEU, J.; JIMÉNEZ-PUERTO, J.; ARMERO, C.; GARCÍA-DONATO, G. (2022): «The chronology of archaeological assemblages based on an automatic Bayesian procedure: Eastern Iberia as study case», *Journal of Archaeological Science*, 139: 105555. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2022.105555>
- ROZOY, J.-G. (1978): *Les derniers chasseurs. L'Épipaleolithique en France et en Belgique. Essai de synthèse*, Bulletin de la société archéologique champenoise.
- RUBIO-CAMPILLO, X.; BLE, E.; PUJOL, À.; SALA, R.; TAMBA, R. (2022): «A Spatial Connectivity Approach to Landscapes of Conflict: Julius Caesar and the Assault to Puig Ciutat (NE Iberian Peninsula)», *Journal of Archaeological Method and Theory*. <https://doi.org/10.1007/s10816-022-09549-7>
- SHENNAN, S. (2012): «Darwinian Cultural Evolution», en I. HODDER (Ed.), *Archaeological Theory Today*, Polity Press, Cambridge: 15-37.