

RECENSIÓN DE / REVIEW OF: Miguel Carrero Pazos. *Arqueología computacional del territorio. Métodos y técnicas para estudiar decisiones humanas en paisajes pretéritos*. Archaeopress. Oxford, 2023, 148 pp., 71 figuras, 7 tablas. ISBN: 978-1-80327-632-8 (edición impresa); 978-1-80327-633-5 (edición electrónica). DOI: <https://doi.org/10.32028/9781803276328>

Marcos Llobera^a

El libro del Dr. Carrero Pazos representa una valiosa aportación a la biblioteca de manuales enfocados en el uso de herramientas geoespaciales y computacionales en arqueología. Aunque el material no sea inédito (la mayoría se ha publicado en inglés en revistas de alto impacto científico), el libro incluye material adicional, que permitirá al lector/a situar y entender mejor el contexto detrás de muchas de las técnicas presentadas. Combina comentarios y reflexiones de ámbito general, p. ej., sobre el impacto de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en arqueología y la importancia de la Ciencia Abierta, con otros mucho más específicos enfocados hacia la arqueología del noroeste de la península ibérica. Refleja una visión selectiva y personal de técnicas geocomputacionales que tiene como punto de partida el trabajo generado por el autor durante su doctorado y posdoctorado. Aunque esta contribución no capta la totalidad de la panorámica actual en cuestiones de técnicas o teoría, tampoco es eso lo que pretende el autor.

Hay dos aspectos que me parece importante resaltar y que permiten situar mejor la aportación de este libro. El primero es el hecho de que la mayoría de los estudios geocomputacionales realizados dentro del ámbito de la arqueología han estado principalmente enfocados a la creación de variables y/o *potenciales* (término utilizado por el autor) y poco encaminados hacia la elaboración de modelos, en este caso estadísticos. Esto se debe en gran parte a cuestiones históricas, pero sobre todo a la carencia, hasta hace poco, de los métodos estadísticos que permitirían dichos modelos y su evaluación. En este sentido, este libro ayuda a rellenar este vacío, en especial para lectores y lectoras de lengua española. El segundo aspecto que cabe resaltar es el hilo conductor que une todos los capítulos. El conjunto de las técnicas presentadas tiene como último fin la creación de modelos estadísticos para entender patrones de ubicación. En los siguientes párrafos, resumiré brevemente los capítulos que constituyen el libro, aportando alguna observación. En general, la organización es buena y la narrativa fluida.

En el primer capítulo, el autor hace un breve resumen histórico de los distintos criterios y evidencias utilizados en el estudio de paisajes en el noroeste de España. A continuación, se centra en repasar el impacto que han tenido las distintas tecnologías de teledetección, así como los visores de acceso a información geoespacial, en la prospección arqueológica, en particular, los avances en detección y mapeo obtenidos gracias a la prospección mediante LiDAR y su libre acceso en España. El autor dedica la última sección del capítulo a la descripción de distintas técnicas utilizadas para procesar y visualizar datos LiDAR.

El segundo capítulo presenta una muy breve relación sobre el uso de SIG aplicado a la arqueología: su adopción, críticas y funcionamiento. La discusión no es muy detallada, pero incluye suficientes referencias para que el/la lector/a interesado/a pueda indagar más por su cuenta. Un punto importante que resalta el autor, con el que estoy plenamente de acuerdo, es la importancia de tener/generar modelos digitales del terreno (MDT) de alta calidad en cada caso, dado su papel central a la hora de derivar otra información.

El tercer capítulo está centrado en el uso de estadísticas, en particular en su aplicación en el análisis de distribuciones de puntos. Aquí es importante tener presente la centralidad del uso de puntos para representar distintas entidades arqueológicas (bien sean asentamientos como monumentos). Ello conlleva el beneficio de poder aplicar, de forma robusta, conceptos y técnicas de estadística espacial a la arqueología, pero no representan una panacea (tampoco es algo que el autor haya reclamado). La realidad espacial va más allá de lo que se puede representar con puntos. El autor ofrece una pequeña reseña histórica mostrando que dicho interés se remonta a los primeros usos de esta disciplina en arqueología. Tras un brevísimo comentario sobre la inferencia estadística, donde repasa los principales test paramétricos y no paramétricos utilizados en arqueología (sin entrar en detalles), pasa a comentar las simulaciones de Monte Carlo. Esta es una técnica de gran utilidad para la arqueología en la que gracias

^a Associate Professor in Anthropology, Digital Archaeology Research Lab (DigAR Lab). University of Washington. ORCID iD y correo e.: <https://orcid.org/0000-0002-4939-1431> mllobera@uw.edu

al poder de los ordenadores se pueden generar datos de forma aleatoria, a menudo basados en una muestra original, que pueden utilizarse para tests estadísticos, estudios de robustez métrica y variabilidad. La parte final del capítulo (3.3) introduce muchos de los conceptos básicos que más adelante se aplicarán a varios casos de estudio y que representan el ‘plato fuerte’ del libro: el modelaje y análisis estadístico de patrones de puntos. Este tipo de técnicas ha recibido un gran impulso en estos últimos años gracias al trabajo teórico de multitud de profesionales estadísticos, algunos de ellos citados por el autor (p. ej., Bailey y Gatrell, 1995; Fotheringham *et al.*, 1999). Pero, a mi juicio, su uso ha progresado gracias sobre todo a la aportación hecha por Baddeley y sus coautores, quienes no solo diseñaron las principales librerías estadísticas utilizadas para este tipo de análisis (p. ej., *spatstats*), sino que también supieron documentarlas con un manual muy bien escrito, lleno de ejemplos y muy accesible (Baddeley, 2006; Baddeley *et al.*, 2016). Es gracias al trabajo de estos autores que, en arqueología, en particular desde la escuela de Londres (UCL), cuya influencia es patente en este volumen, se han podido aplicar dichas técnicas a datos arqueológicos. En las restantes páginas del capítulo, el autor distingue conceptos como las propiedades espaciales de primer orden (aquellas ligadas a variables de fondo, *background variables*, que afectan a la densidad de puntos), y las de segundo orden (aquellas asociadas a presencia o ausencia, es decir, interacción, de otros puntos cercanos). Aquí también es donde el autor describe técnicas estadísticas para determinar si un conjunto de puntos está agrupado o disperso, la posible existencia de interacción (atracción o repulsión) entre puntos y la escala de dichas interacciones. El capítulo concluye con lo que puede considerarse el eje central del libro alrededor del cual se organiza su contenido: el análisis y modelaje locacional.

La segunda parte del libro está destinada a revisar, explicar e ilustrar técnicas principalmente estadísticas, orientadas hacia el análisis y modelaje de patrones de puntos. El capítulo cuatro explica las técnicas destinadas a explorar la ubicación que existe entre las variables de fondo y las ubicaciones de los yacimientos, generalmente habitacionales, que conforman el patrón de puntos a estudiar. Las variables suelen ser de carácter medioambiental (primarias) como pendiente, orientación y tipos de suelos, u otras generadas en cada investigación, como pueden ser la visibilidad acumulada y la distancia a vías de circulación o redes hídricas. El autor describe el proceso de creación de algunas de estas variables apuntalando varios comentarios sobre aspectos a considerar y sus elecciones. Como ya anticipa él mismo, todo este proceso puede considerarse el paso previo a la creación de modelos predictivos. Las descripciones son claras y van acompañadas de *rasters*

mostrando el resultado de muchos de estos cálculos. Aquí cabe resaltar los comentarios sobre la correlación entre las variables y los criterios a seguir para reducir y seleccionar aquellas variables que a continuación pasarán a ser parte del modelo predictivo. Quizás lo único que añadiría a esta exposición es algún comentario y gráficas, p. ej., histogramas, que ilustraran la exploración de estas variables con relación a los yacimientos. El final del capítulo está dedicado a la creación de un modelo de predicción mediante la técnica estadística de regresión logística múltiple y su posterior evaluación. Aunque el autor ya indicó en la introducción del libro que su intención era describir una relación de corte principalmente metodológico, creo que la conclusión del capítulo se hubiera beneficiado de uno o dos párrafos comentando los resultados obtenidos (particularmente para lectores con menor entusiasmo por las cuestiones metodológicas).

En el capítulo cinco se explica cómo, mediante el uso de ciertos modelos estadísticos, es posible combinar efectos de primer orden con los de segundo orden para generar múltiples muestras aleatorias de puntos, lo que permite la comparación con el patrón original de yacimientos y por lo tanto entender mejor las posibles interacciones que pudieran existir entre ellos.

La tercera parte del libro está dedicada a la aplicación de muchas de las técnicas previamente descritas a varios casos de estudio. Antes de empezar con ellos, el autor hace un inciso para hablar sobre la importancia de la práctica de Ciencia Abierta y sobre la necesidad de reproducibilidad de los estudios. Ambos son temas importantes que reflejan preocupaciones preexistentes a su aplicación a la arqueología y que incumben a la producción de conocimiento científico en general. Son cuestiones en vías de desarrollo constante, con nuevas herramientas y recursos que aparecen diariamente, en particular en lo que concierne a la producción de código científico. Sin restarle importancia, dicha inquietud asume la existencia de un nivel de formación y experiencia elevado en cuestiones de computación, una realidad aún escasa en arqueología.

El capítulo siete se centra en detalle en un caso de estudio sobre el megalitismo en la Serra do Barbanza. Aquí el autor hace uso de muchas de las técnicas previamente detalladas, sin entrar en pormenores, lo cual hace que la lectura del capítulo sea fluida y agradable. Más concretamente, tras haber establecido la importancia de la visibilidad asociada a las mámoas de Barbanza, el autor plantea tres modelos encaminados a indagar en profundidad en dicha asociación. Un primer modelo asume que la ubicación de túmulos es totalmente aleatoria; un segundo modelo asume que dicha ubicación estaría orientada a maximizar su visibilidad; finalmente, un tercer modelo asume que la visibilidad de túmulos se restringiría a solo ciertas áreas de

la península de Barbanza. Para poder generar los dos últimos modelos, el autor considera una serie de (co-) variables que utiliza con el fin de generar densidades aleatorias de puntos que posteriormente se utilizarán para comparar con el patrón original de túmulos. Ello permite determinar que el modelo 2, basado en la visibilidad local asociada a las vías de comunicación, explique mejor el patrón de distribución existente. La última sección del capítulo está dedicada a ilustrar el uso del lenguaje de programación estadística R y otros recursos en torno a su uso. Cabe apuntar que, aunque no tan popular en arqueología, la mayoría de estos recursos también pueden encontrarse asociados con el lenguaje de programación Python (ampliamente utilizado en ciencia). De hecho, muchas de las técnicas de geocomputación usadas por el mismo autor están escritas en este lenguaje de programación. Mi única crítica es que dicha sección estaría mejor situada como un apéndice del libro en lugar de como parte de la narrativa central.

El capítulo ocho presenta el segundo caso de estudio, enfocado en el análisis más general de los patrones de ubicación del poblamiento de la Edad del Hierro en Galicia. Tras una muy breve introducción, el autor pasa a describir su elección de variables. De nuevo, la exposición no pretende ser un estudio exhaustivo sobre por qué se seleccionan unas variables y no otras. Como ya indica el mismo autor, esto requeriría consultar estudios pretéritos (y un estudio más detallado de cada variable con relación al patrón de poblamiento existente). Un primer paso supone comprobar si el patrón de yacimientos pudiera explicarse mediante un proceso puramente aleatorio (algo muy poco probable). El segundo paso es introducir las variables previamente elegidas para poder modelar el efecto que estas pudieran tener. Aquí es necesario considerar aspectos de colinealidad, es decir comprobar que no incluyamos variables cuyo aporte al modelo no esté ya incluido en otras. A pesar de que el autor inspecciona visualmente la correlación de cada variable con la distribución de los yacimientos, no está del todo claro por qué considera que algunas de ellas predicen mejor que otras. Como ya hizo anteriormente, la posibilidad de introducir multitud de variables hace necesario tener algún criterio para seleccionar qué combinación es más ‘eficaz’ a la hora de predecir. Para ello el autor utiliza el criterio Akaike (AIC). La creación del modelo logístico regresivo indica qué variables tienen mayor peso a la

hora de explicar la distribución espacial de los castros, en este caso, la prominencia visual y topográfica. Esto permite generar multitud de muestras aleatorias condicionadas a estas variables, que se comparan con la distribución de los castros e indican que su importancia solo se hace patente más allá de cierta distancia de cada castro (900 m) y no a distancias menores. Hay por lo tanto que considerar otras explicaciones. Una de ellas es la posible interacción entre los castros, es decir que la ubicación de un castro pudiera estar afectada por la existencia de otros en su entorno (efectos espaciales de segundo orden). Este aspecto puede ser modelado de forma exitosa utilizando ciertos modelos espaciales de puntos que simulan distintos tipos de interacción entre ellos.

El autor finaliza el libro con unas reflexiones sobre el potencial y los beneficios del uso de la programación, en especial encaminada a la geocomputación, y sobre las simulaciones estadísticas en las investigaciones arqueológicas. Comparto con él su entusiasmo por las posibilidades que la computación puede abrir en la arqueología. Quizás llegue un día en el que las metodologías que apliquemos no hayan sido desarrolladas exclusivamente desde otras disciplinas, sino dentro del seno de la arqueología.

En general, se puede concluir que esta es una contribución importante para el desarrollo de la arqueología computacional, sobre todo orientada hacia los estudios de territorio. El Dr. Carrezo Pazos ha conseguido generar un libro con una narrativa fluida que, sin duda alguna, será un importante referente para arqueólogos y arqueólogas/profesionales con interés en cuestiones de estadística espacial y geocomputación. Y es que al igual que en otras disciplinas, la computación es un campo que sigue ganando importancia en la arqueología y que seguramente tendrá mayor presencia en la formación de profesionales en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Baddeley, A. (Ed.). (2006). *Case studies in spatial point process modeling. Lecture notes in statistics*. New York: Springer.
- Baddeley, A., Rubak, E. y Turner, R. (2016). *Spatial Point Patterns. Methodology and Applications with R*. Boca Raton Fla: Chapman & Hall/CRC.
- Bailey, T. y Gatrell, T. (1995). *Interactive Spatial Data Analysis*. Harlow: Longman.
- Fotheringham, S., Brundson, C. y Charlton, M. (1999). *Quantitative Geography: Perspectives on Spatial Data Analysis*. London: Sage.