

Arqueología y Tecnologías de Información Espacial: una perspectiva Ibero-Americana

editores

Alfredo Maximiano

Enrique Cerrillo-Cuenca

ARCHAEOPRESS PUBLISHING LTD

Gordon House
276 Banbury Road
Oxford OX2 7ED

www.archaeopress.com

ISBN 978 1 78491 318 2
ISBN 978 1 78491 319 9 (e-Pdf)

© Archaeopress and the authors 2015

Indice

Contextos teóricos y aplicabilidad

EL ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS ACUMULACIONES TEMPORALES 2
 Katia Francesca ACHINO, Giacomo CAPUZZO, Juan Antonio BARCELÓ

Fig. 1 3
 Fig. 2 3
 Fig. 3 4
 Fig. 4 5

POSIBILIDAD DE DETECCIÓN DE “RASTRILLADAS” Y OTROS CAMINOS ANTIGUOS A TRAVÉS DEL USO DE IMÁGENES ÓPTICAS Y DE RADAR EN LA ZONA DE TANDILIA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA..... 11

Fabián BOGNANNI

Figura 1. Parte del mapa de Cardiel (1751 en Furlong 1969). Nótese en la elipse: “El Camino del Cacique Bravo” que correspondería a una rastrillada 24
 Figura 2. Mapa Geográfico de la Provincia de Buenos Aires del año 1828 (tomado de Grau 1949:16 y 17). Nótese en la elipse el camino denominado “Camino de los indios desde el Tandil hasta Patagones” que circula cercano al Fuerte Independencia (marcado con una estrella) y que tiene dirección al sudoeste 25
 Figura 3. Caminos que figuran en los duplicados de mensuras del siglo XIX ubicados en el Partido de Tandil y Benito Juárez dispuestos sobre la base de la red de caminos actuales 26
 Figura 4. Superposición de los caminos que figuran en la mensura del campo de Miguel Figueroa (A) en una imagen de satélite (B). Las líneas negras son los caminos de la mensura y las cruces blancas son los puntos de referencia..... 27
 Figura 5. Arriba: Caminos relevados del duplicado de mensura n° 74 (Juan Facio y Benjamín Vergez) sobre una imagen Landsat 7 ETM+, RGB 321. Abajo: Cruce de la Ruta Provincial N° 74 con los caminos de la mensura. A: “Camino vecinal del Tandil”. B: camino sin denominación 28
 Figura 6. A: relación espacial existente entre el “Camino de la Carlota al Tandil” y la Ruta Provincial 30 (línea gris). B: reacomodamiento espacial del camino para advertir zonas coincidentes (marcado con flechas blancas) 29
 Figura 7. A: “Camino del Tandil a Bahía Blanca” en georreferenciada original y B: reacomodamiento espacial del camino para advertir zonas coincidentes (marcado con flechas blancas)..... 30
 Tabla 1. Duplicados de mensura analizados para el área de Tandilia 30
 Figura 8. A: Imagen del satélite Landsat 7 ETM+ en donde se puede apreciar la malla y los puntos de referencia (cruces blancas). B: Duplicado de mensura Tandil N° 88 donde se observa la distorsión de la malla extrapolada de la imagen satelital y los puntos de referencia (cruces negras). C: Superposición de la información histórica del mapa de mensura (líneas blancas) en la imagen de satélite. Nótese la grilla de distorsión generada a partir del cruce de información histórica y la imagen del satélite..... 31
 Figura 9. A: imagen RADARSAT 1. B: imagen pancromática de Landsat y RGB de alta resolución de Google Earth. En A, las flechas marcan un rasgo lineal (línea negra en imagen B), líneas punteadas marcan los caminos de la mensura Tandil N° 88 y el círculo punteado señala posible zona inundable 32
 Figura 10. A: imagen RADARSAT 1 con filtros Frost y Lee. B: imagen A con un proceso de erosión de dos ciclos. Las flechas blancas con bordes negros señalan rasgos lineales en la imagen, mientras que las flechas negras con bordes blancos corresponden a la ubicación de cada elemento en la imagen opuesta 33
 Figura 11. A: imagen Landsat 7. Las líneas continuas corresponden a los caminos de la mensura Tandil N° 74. B: imagen RADARSAT 1 con misma información. Además las flechas señalan un rasgo lineal de características similares a un camino. C: Rasgo lineal identificado en el terreno 33
 Figura 11. A: imagen Landsat 7. Las líneas continuas corresponden a los caminos de la mensura Tandil N° 74. B: imagen RADARSAT 1 con misma información. Además las flechas señalan un rasgo lineal de características similares a un camino. C: Rasgo lineal identificado en el terreno 34

ANÁLISIS ESPACIAL DE PATRIMONIO INMUEBLE USANDO UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA PATRIMONIO HISTÓRICO..... 35

J. C. TORRES, C. ROMO, D. MARTÍN, A. GRANDE

Tabla 1. Rugosidad en los distintos paramentos del Sacellum. 43
 Figura 1. Fotografía del proceso de toma de datos con el escáner de tiempo de vuelo en el Anfiteatro de Itálica 43
 Figura 2. Visualización de un fragmento del modelo generado. 44
 Figura 3. Fotografía del mosaico del suelo del Sacellum. 44
 Figura 4. Visualización de la capa de orientación generada automáticamente..... 45
 Figura 5. Visualización de la capa de rugosidad. 46
 Figura 6. Visualización de la curvatura. 47
 Figura 7. Curvatura en el suelo, dibujada sobre la capa de segmentación y la textura del modelo..... 48
 Figura 8. Visualización de la capa dS: zonas erosionadas en el mosaico. 49

LUCES EN LA OSCURIDAD: SOFT COMPUTING Y ARTE RUPESTRE EN EL SITIO MAGDALENIENSE DE LA GALERÍA INFERIOR DE LA GARMA (OMOÑO, CANTABRIA, ESPAÑA) 50
 Alfredo MAXIMIANO CASTILLEJO, Camilo BARCIA GARCÍA, Pablo ARIAS CABAL,
 Roberto ONTAÑÓN PEREDO

Figura 1: idealizando el proceso de creación. En ambos casos existe un agente que controla la luz en diferentes emplazamientos próximos al artista que crea la figura. 62

Figura 2: a la derecha, localización del yacimiento. A la izquierda, esquema del complejo kárstico donde se encuentra la Galería Inferior de La Garma. Arriba, sección; abajo, restitución volumétrica en 3D. 63

Figura 3: las dos zonas de estudio. En la fila superior, arriba a la izquierda, investigadores (P. A., R. O. y el Dr. P. Pettit) observando las evidencias artísticas. Al centro, el modelo 3D (escaneado 3D) de las zonas en donde se localiza el arte (en círculos negro y blanco discontinuos) y a la derecha, idealización de posibles formas de ejecutar el gesto artístico. La fila superior se corresponde con el primer caso y la parte inferior, con el segundo caso. 64

Figura 4: apreciación de cambios en un mismo bajorrelieve (caballo) tratado con diferentes tipos de iluminación (extraído de Devlin *et al.* 2002). 64

Figura 5: un ejemplo que sintetiza lo que es una *escena* y su relación con caso real. En A) y C), la zona de trabajo donde se realizó un experimento *in situ* con un dispositivo lumínico (intensidad luz = 1 cd) en la *Cueva de las Vacas* (Burgos, España); B), experimento de luz en esa misma zona mediante escena virtual (intensidad simulada = 1cd). 65

Figura 6: vistas en 3D de la zona de estudio. Arriba izquierda, imagen 3D general de la zona donde se encuentra el panel (zona enmarcada). A la derecha, investigadores (P. A., R. O. y el Dr. Pettit) observando el panel (nos da una aproximación tanto a la escala como a la accesibilidad del panel) y detalle de las figuras representadas. Abajo, derecha, detalle de las figuras, a la izquierda diferentes vistas 3D de la zona del panel, el cual está enmarcado en una elipse. 65

Figura 7: arriba izquierda, 1 cd; derecha, 5 cd. Abajo, 2cd en diferentes localizaciones (el arte se emplaza dentro de los recuadros).e luces prehistóricas según grado de iluminación. 67

Figura 9: visualizando las escenas en una secuencia vertical (de arriba a abajo: intensidad de luz 0,3 cd, 1 cd y 2 cd). La columna central coloca el emisor de luz en otra localización. Columna de la izquierda, con dos luces. 67

Figura 11: derecha arriba y abajo, un punto de luz a 1 cd en distintos emplazamientos da una superficie en torno a 3,4 m². Izquierda arriba y abajo, un punto de luz a 2 cd proporciona una superficie de unos 6,8 m². 68

Figura 10: arriba, recreación de los dos supuestos; a la derecha, el de dos personas (1 cd); a la izquierda una sola persona (2 cd). Abajo, planta de la zona donde está el panel (línea gruesa en negro), enmarcando (línea blanca discontinua) el área total necesaria para crear el arte en base al emplazamiento del panel y de la fuente de luz, cada circunferencia abarcaría la superficie iluminada en relación a cada punto de iluminación en 0,3 , 1 y 2 cd respectivamente. 68

Figura 12: derecha, con 1 cd se estima una superficie de 12 m². Izquierda, con 2 cd se estima una superficie de 21 m². 69

Figura 13: simulación de 2 luces a 0,3 cd, ocupa una superficie de 3 m². 69

Figura 14: arriba derecha, una imagen 3D general de la zona donde se encuentra el panel (zona enmarcada), a la izquierda detalle de la zona junto a un investigador (Dr. Pettit) trabajando en ella (nos ofrece una aproximación tanto de la escala como de la accesibilidad del panel). Parte inferior izquierda, detalle de las manos pintadas y a la derecha dos tomas 3D diferentes del lugar donde se encuentra dicho arte. 70

Figura 15: composición de casos extremos enmarcando en blanco la zona donde se encuentran las manos pintadas. 71

Figura 16: escenas simuladas con dos luces, derecha 0,3 cd en una distancia < 0,5 m de la pared dónde están las manos; en el centro, mismos parámetros de luz pero a una distancia aprox. de 1,2 m de la pared donde se emplazan las pinturas. A la izquierda, 1 cd y a una distancia aprox. de 1,2 m. 71

Figura 17: columna de la derecha simula dos luces (arriba, 0,3 cd; medio, 1 cd; abajo, 2 cd); columna central un único punto de luz (mismos valores que la anterior); columna izquierda, mismo valores pero con una localización diferente de la lámpara. Todas las simulaciones están realizadas a 1,2 m de distancia de la pared donde están las pinturas. 72

Figura 18: simulaciones a 0,3 cd con el punto de luz muy próximo a las pinturas < 0,5 m (zona de pintura enmarcada en blanco). 72

Figura 19: arriba, estimación de superficie (en tono más oscuro) con 0,3 cd (derecha) y 1cd (izquierda) combinando el diámetro (en línea discontinua) de la luz para esquematizar cómo incide ante las rugosidades de la pared y la reflectancia de la luz contra el techo. Abajo, superficie estimada (aprox. 10 m²) para visualizar el arte con 1cd y a más de 1m de la pared. 73

Tabla 1 74

EL CASTRO DE SAN CHUIS (ALLANDE, ASTURIAS, ESPAÑA): ENSAYO METODOLÓGICO PARA LA INTEGRACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN PROCEDENTE DE ANTIGUAS EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS 75
 Jesús F. JORDÁ PARDO, Juana MOLINA SALIDO

Figura 1. 1) Situación geográfica de castro de San Chuis (Allande, Asturias) en el contexto de Europa, Península Ibérica y Principado de Asturias. (B) Fotografía aérea (Visor SIGPAC - Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas – del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España) y plano topográfico del castro. 81

Figura 3. Plano del corte estratigráfico E-W de la Estructura 3 excavada durante la campaña de 1963. 82

Figura 2. Plano en papel milimetrado de un corte estratigráfico en Estructura 3 y muralla del año 63. Vemos como el paso del tiempo lo ha deteriorado bastante. 82

Figura 4. Toma de pantalla de la Tabla correspondiente a la Estratigrafía de la Base de Datos General del castro. 83

Figura 5. Uno de los planos que hemos escaneado. Se corresponde a una cuadrícula de 4 x 4 m. 84

Figura 6. El plano ya insertado en el General del castro mediante el Raster Design. Se puede observar que la imagen queda perfectamente acoplada a la retícula y a las estructuras. 85

Figura 7. Composición que refleja el proceso del trazado de puntos (I), toma de coordenadas (II) y traslado a la Base de Datos (III). 86

Figura 8. Plano general del área excavada del castro con la distribución del registro material diferenciando tipos de la campaña de 1985. Aunque no puede apreciarse bien, cada tipo de resto material tiene un color distinto. 86

Figura 9. Composición en la que aparecen imágenes de los diferentes pasos dados en el modelado de la Estructura 9 del castro, conocida como Gran Habitación. 87

Los límites de la Geoestadística en el análisis de patrones de asentamiento y procesos arqueológicos de distribución espacial..... 88
Joan NEGRE PÉREZ

Figura 1. Ejemplo de sistema complejo de articulación social del espacio formalizado gráficamente a partir de sus redes de asentamiento (entidades puntuales), transporte (entidades lineales) y producción (entidades poligonales) como ejemplo hipotético de *open field system* (Shepherd 1923).95
Figura 2. Esquema básico de funcionamiento del algoritmo de retropropagación de una Red Neuronal Artificial (Negre 2014).....96
Figura 3. Modelo predictivo combinado que presenta la capacidad probabilística para cada celda de haber sostenido el funcionamiento del sistema de articulación social del espacio en el área del curso inferior del río Ebro durante el período Islámico (Negre 2014).....97
Figura 4. Modelo de costes de desplazamiento o de fricción en el curso inferior del río Ebro durante el período Islámico (Negre 2013).98

Etnografía

ESTUDIO ESPACIAL DE LOS EDIFICIOS RELIGIOSOS EN LA BÉTICA: EL CASO DE CARTIMA (CÁRTAMA, MÁLAGA) 100
M^a José BERLANGA PALOMO, Francisco MELERO GARCÍA

Plano de las excavaciones del siglo XVIII.107
Templo de las matronas sedentes representado en el siglo XVIII.108
Cabecera del edificio absidal documentado en 2005.109
Detalle de la escalera de acceso a la tribuna del edificio absidal.110
Hipótesis sobre el foro de *Cartima* a partir de los datos actuales.111
Cimiento altoimperial de planta circular, posible *aedicula*.112
Capitel corintio de pilastra reaprovechado en muros tardoantiguos.112
Conjunto escultórico de las Matronas sedentes.113

Aproximación a la potencialidad productiva de sal por evaporación solar en el Sistema Ibérico durante la Edad del Hierro: propuesta para la modelización de potencialidades productivas 114
Jonathan TERÁN MANRIQUE

Fig. 1124
Fig. 2125
Fig. 3126
Fig. 4127
Tabla 1. Resumen rásters calculados128
Tabla 3. Resumen estadístico de los valores de altitud, pendientes, geología, temperaturas, precipitaciones e insolación de las salinas localizadas.....128
Tabla 4. Reclasificación de variables.....129
Tabla 5. Áreas totales (km²) según potencialidad productiva.....129
Tabla 2.130

Micro

ESTADÍSTICA y visualización intra-site: ANÁLISIS ESPACIAL Y suelos de ocupación en la Galería Inferior de La Garma (OMOÑO, Cantabria)..... 132
Camilo BARCIA GARCÍA

Figura 1: sitio arqueológico *Galería Inferior de La Garma*, situado en la costa cántabra, en el norte de la Península Ibérica. **Mitad superior:** localización geográfica (izquierda y centro), sección y planta completas de toda la galería (mitad central y derecha). **Mitad inferior:** aspecto de la Zona IV de la *Galería Inferior* en fotografía (izquierda) y planta (derecha), donde pueden apreciarse las construcciones. Fotografías: Pedro Saura. Planimetrías: Luis C. Teira.144
Figura 2: descriptores estadísticos básicos para la distribución de restos de talla; cada cuadro es 1 m². **Izquierda:** mapa transversal de la Zona IV, en él se señala el área máxima que ocupa la distribución de RT mediante un polígono con trazado discontinuo (*convex hull*); la estrella blanca indica el eje central mientras el círculo y la elipse incluyen aquellos casos ubicados a 1 desviación típica. **Derecha:** histograma en el que la intensidad por unidad de superficie es indicada por una tercera dimensión (altura); los intervalos usados son de 25 cm.145
Figura 3: componentes del análisis estructural de la distribución de restos de talla. **Arriba izquierda:** función *K de Ripley* (línea continua) aplicada sobre un área muestral de 16,5 m² (extensión 6 m mayor de la que le corresponde, el reajuste produce una pendiente ascendente); las líneas punteadas delimitan el umbral de CSR para una probabilidad del 95%. **Arriba derecha:** mapa transversal ampliado de la Zona IV donde se representa la *Estimación de Densidad Kernel* calculada bajo parámetros gaussianos para un radio de 5 cm; la estrella señala la acumulación de casos sobre la piedra en el suroeste de la estructura B, la cual sobrepasa la escala usada para RT y LA, llevando a la función *kernel* hasta valores mayores a 30.500. **Abajo izquierda:** tabla con el resultado para *Vecino Más Próximo*; el coeficiente *R* y el valor *p* son coherentes con el resultado mostrado al inicio del gráfico *K de Ripley*, si bien es algo distinto debido a que en NNA la base de medida son distancias y no densidades. **Abajo derecha:** mapa general de la Zona IV con la distribución de restos de talla.146
Figura 4: descriptores estadísticos básicos para la distribución de lascas y láminas; los cuatro individuos emplazados más al suroeste y al este (fuera del perímetro discontinuo) se han excluido de los cálculos por considerarse casos extremos (*outliers*). Cada cuadro es 1 m². **Izquierda:** mapa transversal de la Zona IV, en él se señala el área máxima que ocupa la distribución de LA mediante el trazado

discontinuo (*convex hull*); las estrellas blancas indican los ejes centrales mientras el círculo y la elipse incluyen los casos ubicados a 1 desviación típica. **Derecha:** histograma en el que la intensidad por unidad de superficie es indicada por una tercera dimensión (altura); los intervalos usados son de 25 cm. 147

Figura 5: análisis estructural de la distribución de lascas y láminas. **Arriba izquierda:** función *K de Ripley* (línea continua, la discontinua marca el umbral de CSR para una probabilidad del 95%) aplicada sobre un área muestral de 16,5 m² (extensión casi igual a la que le corresponde, el reajuste apenas produce ninguna modificación); la extensión espacial de LA es mayor que en RT, razón por la que la función calcula distancias mayores a las vistas en los restos de talla (se indica el límite de RT). **Arriba derecha:** mapa transversal ampliado de la Zona IV donde se representa la *Estimación de Densidad Kernel* calculada bajo parámetros gaussianos para un radio de 5 cm. **Abajo izquierda:** tabla con el resultado para NNA; el coeficiente *R* y el valor *p* son coherentes con el resultado mostrado al inicio del gráfico *K de Ripley*. **Abajo derecha:** mapa general de la Zona IV con la distribución de lascas y láminas. 148

Figura 6: campo de alturas resultante de la interpolación por distancia inversa, la cual cuenta con un parámetro de suavizado $\delta = 0,1$. Indicaciones: núm. 1, acumulación de RT en el centro de la estructura A; núm. 2, concentración de RT sobre la piedra suroeste de B; núm. 3, presencia de RT al noreste de la piedra suroeste de B; núm. 4, presencia poco significativa de RT en el exterior; núm. 5, presencia de LA a la par que ausencia de RT en la esquina noroeste de la estructura B. **Arriba izquierda:** proyección ortográfica transversal. **Arriba derecha:** tabla en la que se incluye el número de individuos y porcentajes de cada categoría ordenados por sectores espaciales; los porcentajes en gris responden a la oposición RT *versus* LA, mientras que los marcados en blanco (y cursiva) son la cantidad relativa presente en cada sector respecto al total de la correspondiente categoría.⁶ **Abajo izquierda:** proyección ortográfica sagital del lateral este (orientación sur-norte); la línea punteada separa las regiones espaciales que están por encima y por debajo de 0,5 (indirectamente relacionado con un hipotético 50% en la tabla inferior derecha). **Abajo derecha:** vista en perspectiva del campo de alturas desde el suroeste. 149

Tabla 1: resultados de las medidas descriptivas para las categorías RT y LA calculados en base a los ejes *x*, *y*. 150

La percepción del espacio interior en la Casa del Estrígilo de Segeda I (Mara, Zaragoza)..... 151

Gloria FERNÁNDEZ GARCÍA

Figura 1. Fotografía aérea de la excavación de la Casa del Estrígilo de Segeda I. 158

Figura 2. Planimetría de la Casa del Estrígilo. 159

Figura 3. Planimetría de la Casa del Estrígilo, con esquema superpuesto de la planta y propuesta de cierre de muro este en línea discontinua. 160

Figura 4. Análisis de circulación de la Casa del Estrígilo. 161

Figura 5. Gráfico de accesibilidad que representa los valores de control de las estancias de la Casa del Estrígilo. 162

Figura 6. Gráfico de accesibilidad que representa los valores de profundidad entre las estancias de la Casa del Estrígilo. 163

Figura 7. Gráfico de accesibilidad justificado de la Casa del Estrígilo. 164

Figura 8. Área visible desde la entrada de la Casa del Estrígilo. 165

Figura 9. Área visible desde el patio de la Casa del Estrígilo. 166

Tabla 1: Valores obtenidos del cálculo de las relaciones de control (CV), profundidad (TDn), asimetría relativa (RA) e integración (I) de la Casa del Estrígilo. 167

¿ACCIONES ANTRÓPICAS O NATURALES EN LOS HOGARES NEANDERTALES? ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS INTRA-SITE..... 168

Irene ORTIZ NIETO-MÁRQUEZ, Javier BAENA PREYSLER

Figura 2. Perfil hogar seccionado por las obras de la M-45..... 178

Figura 1. Planta Area3, El Cañaveral. (Madrid, España)..... 178

Figura 3. Planta del hogar con perímetro, las chinchetas exteriores, y cubeta chinchetas interiores. 179

Figura 4. Mapa de dispersión de las piezas del hogar, con clasificación tecnológica. 179

Figura 5. Mapa dispersión de las piezas del hogar con alteración térmica. 180

Figura 6. Remontajes del hogar. 180

Figura 7. Remontajes en la zona de la cubeta 181

Figura 8. Corte Estratigráfico de Área3. 181

Figura 9. Cribado de sedimento. 182

Figura 10. Temperatura alcanzada por el hogar cada 15 minutos. 182

Figura 11. Hogar antes y después de la ignición. 183

Figura 12. Mapa de distribución de piezas del hogar experimental. 184

Figura 13. Sistema fractal y pieza central del hogar con fractura fractal 185

Figura 14. Planta de hogar experimental con líneas de remontajes..... 185

Figura 15. Pieza 45 antes de quemar y después junto al esquema fractal de remontaje. 186

Figura 16. Pieza 30 antes de quemar y después junto al esquema fractal de remontaje. 186

Figura 17. Pieza 3 antes de quemar y después junto al esquema fractal de remontaje 186

Figura 18. Pieza 39 antes de quemar y después junto al esquema fractal de remontaje. 187

Figura 19. Pieza 41 antes de quemar y después junto al esquema fractal de remontaje. 187

Figura 20. Pieza 61 antes de quemar y después junto al esquema fractal de remontaje. 187

Tabla 1. Proceso de enterramiento y posición de las piezas por capas. 188

Tabla 2. Proceso de encendido del hogar hasta la extinción del fuego. 189

Tabla 3. Índice de desplazamiento. 190

Tabla 4. Índice de fracturación. 190

Percepción, comprensión e interpretación en S-T

BAECULA. S.I.G. APLICADOS AL ESTUDIO DE UN CAMPO DE BATALLA DE LA SEGUNDA GUERRA PÚNICA 192

Carmen RUEDA GALÁN, Juan Pedro BELLÓN RUIZ, José VALDERRAMA ZAFRA

Fig. 1. Alto Guadalquivir - Provincia de Jaén. Principales <i>oppida</i> citados en las fuentes romanas.....	201
Fig. 2. Diseño y distribución de los muestreos en el campo de batalla y su entorno (<i>oppidum</i> de Los Turruñuelos - <i>Baecula</i>)	202
Fig. 3. Diagrama entidad-relación del S.I.G. del Proyecto <i>Baecula</i>	203
Fig. 4. Densidad de cerámica ibérica de almacenaje. Abajo -a la izquierda- método aplicado: <i>Ordinary Kriging</i> sobre rango = 10 (muestra aleatoria de 1000 celdas).....	204
Fig. 5. Varios ejemplos de puntas de jabalina documentadas en el campo de batalla.....	205
Fig. 6. Estudio de la dispersión de tachuelas (clavos de las sandalias de los legionarios romanos). La línea blanca muestra el trazado de menor coste establecido a través del S.I.G., la línea negra sigue las zonas con mayor frecuencia de hallazgos.	206
Fig. 7. Esquema general de la Batalla de Baecula, según los datos arqueológicos.....	207
Fig. 8. Evolución/cambios/transformaciones del sistema de asentamiento en el entorno del <i>oppidum</i> de Los Turruñuelos (<i>Baecula</i>). A la izquierda el sistema y tipos de asentamiento entre los siglos II/I a.n.e., un sistema de transición hasta el modelo imperial romano (a la derecha) articulado en torno a un municipio y el sistema de <i>villae</i> (factorías agrarias de tamaño <2has)	208

GEOARQUEOLOGÍA Y ESPELEOLOGÍA APLICADA AL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE CUEVAS CON OCUPACIÓN INDÍGENA EN TAMAULIPAS (MÉXICO)

José Antonio CARO GÓMEZ, Genaro ÁLVAREZ GARCÍA, Rafael CÁMARA ARTIGAS, José MOLINA RODRÍGUEZ

Tabla 1. Datos para la elaboración de la topografía de la Cueva de la Sepultura	214
Tabla 2. Lista de especies e índices alfa de diversidad del TRANSECTO TULv_1 en el entorno de la Cueva de la Sepultura (vertiente de acceso).	216
Tabla 3. Lista de especies e índices alfa de diversidad del TRANSECTO TULv_2 en el entorno de la Cueva de la Sepultura (cono aluvial).....	217
Tabla 4. Datos para la elaboración de la topografía de la Cueva de las Calaveras.....	218
Figura 1. Localización de las tres cavidades estudiadas en su contexto regional (Tamaulipas, México).	223
Figura 2. Vista general de la ubicación de la Cueva de la Sepultura desde el cono aluvial a la salida del valle. Trabajos de prospección e identificación de especies vegetales.....	224
Figura 3. Vista general del tramo final y más profundo de la Cueva de la Sepultura durante la exploración y prospección arqueológica. Las líneas indican la estructura geológica de la cueva con el buzamiento de los estratos y la actuación de la tectónica que daría lugar al conducto original.....	225
Figura 4. Planimetría general de la cueva de la Sepultura (secciones, planta y alzado).....	226
Figura 5. Localización, documentación y rescate de elementos arqueológicos en la cueva de las Calaveras.	227
Figura 6. Planimetría general de la cueva de las Calaveras (secciones, planta y alzado).....	228
Figura 7. Planimetría general del Abrigo/cueva del Aniversario.....	229
Figura 8. Vista panorámica del abrigo del Aniversario (A). Suelo del interior del abrigo y labores de prospección y documentación (B). Muestra representativa de los elementos arqueológicos (cerámica e industria lítica tallada) que se pueden observar en el suelo del abrigo(C). Punta de flecha con escotaduras laterales (D). Metate fracturado localizado cerca de uno de los agujeros de los clandestinos (E).	230

DE LAS TOLDERÍAS AL RANCHO. ARQUEOLOGÍA ESPACIAL DEL POBLAMIENTO RURAL EN EL NORDESTE DE LA PAMPA (1870-1930): MÁS ALLÁ DE LAS NUBES DE PUNTOS EN MAPAS

Carlos LANDA, Alfredo MAXIMIANO CASTILLEJO

Figura 1. Área de estudio (Nordeste de la Provincia de La Pampa, Argentina)	245
Figura 2. Izquierda: Sitios arqueológicos y canteras potenciales identificados en el área de estudio: 1- Parera; 2- Solera; 3- Trenel; 4- Vuta Trequén y 5-Lonco Vaca (tomado y modificado de Tapia 2012:70). Derecha: Relación entre asentamientos y rastrilladas registradas durante el período 1881-1890 (tomado y modificado de Tapia 2012:315)	246
Figura 3. Línea de frontera. Extraído de Walther (1980)	247
Figura 4. Arriba derecha, plano general de la Zanja de Alsina, a la izquierda detalle de sector por donde pasa la zanja (líneas discontinuas) y fortines aledaños (A, B, C) (1876-1877). Dirección General de Tierras, Dirección General de Catastro, Sección I, B, relevada por el agrimensor Benjamín Domínguez en 1882. Corte de sección de la zanja de Alsina y soldados trabajando (Walther 1980). Trinchera en sector pampeano de la zanja de Alsina (cerca de Gral Alvear, trabajos arqueológicos 2013).	248
Figura 5. Derecha: Distribución espacial de asentamientos militares y lapso de ocupación en el área de estudio (1878-1879): 1. Chamilcó, 2. Quitrá, 3. Trenquel, 4. Cerca del cuero, 5. Botá-trequén, 6. Tres lagunas, 7. Laguna del Cerro Colorado, 8. Campamento a 15 cuadras de Trecahué (Trecactué), 9. Laguna de Aillancó, 10. Nalal; y 11. Laguna de Ranquicó (tomado y modificado de Spota 2010:346). Izquierda: Distribución espacial de los conflictos armados entre militares y grupos aborígenes en el área de estudio: 1. Cerca del Cuero, 2. Nalal, 3. Licancha; y 4. Ranquicó (tomado y modificado de Spota 2010:357)	249
Figura 6. Asentamientos comerciales rurales (casas de negocios, pulperías o boliches). Fragmentos de planimetría con el registro del emplazamiento documentado de una casa de negocios en Alfredo Tham 1901 (Dirección General de Tierras, Dirección General de Catastro). Composición con algunos ejemplos alegóricos (fotografía y grabados costumbristas) acerca de entidades comerciales rurales.	250
Figura 7. A la izquierda Estación Mariano Miró (foto Carlos Landa, 2012). A la Derecha imágenes aéreas y satelitales (Google Earth) del antiguo emplazamiento del pueblo Mariano Miró. Abajo, foto de la Estación de Caleufu (ca 1911, Depto de Rancul, La Pampa) de similar estilo arquitectónico (AHP, Fototeca Bernardo Graff 2014).	251
Figura 8. Derecha: Plano de distribución de sitios y distribución fitogeográfica en Tapia y Durssart 2013:363. A la izquierda, ejemplo de cambio del paisaje: explotación intensiva del calden en la Pampa a principio del siglo XX (centro oeste de la Provincia de La Pampa).	251

Figura 9. Algunas componentes del pasado accesible desde la materialidad arqueológica y otras fuentes: ¿cómo percibimos a aquellos agentes y sus acciones más allá del registro arqueológico? Ejemplos: izquierda tolderías indígenas (en Casamiquela 2000), derecha asentamientos militares (Fortín Sauce corto en Pozzo 1879 (MR) y abajo hallazgos arqueológicos en Posta el Caldén252

MENHIRES PREHISTÓRICOS EN EL SECTOR NORORIENTAL DE LA MESETA NORTE ESPAÑOLA. ANÁLISIS ESPACIAL CONCERNIENTE A LA HIPÓTESIS DE UNA ALINEACIÓN ESTRUCTURADA Y SINCRÓNICA 253

Rodrigo VILLALOBOS GARCÍA, Miguel Ángel MORENO GALLO, Javier BASCONCILLOS ARCE, Germán DELIBES de CASTRO

Figura 1. Localización de los menhires conformantes de la alineación atendiendo a los ejemplares excavados (en mayúsculas) y su encuadramiento en el contexto de la península Ibérica..... 261

Figura 2. Distribución de los menhires y los recursos hídricos según el MTN del IGN (fuentes, ríos y lagunas) y resultados del test de significación K-S descrito en el texto. 262

Figura 3. Distribución de los menhires y de las rutas de menor coste generadas según se describe en el texto. 263

Figura 4. Distribución de los menhires, de la ruta de menor coste menhir por menhir, las áreas del límite de la percepción, las cuencas de visibilidad y el tiempo calculado para recorrer cada tramo..... 264

Retos actuales

RENOVARSE O MORIR. UN NUEVO PARADIGMA PARA EL “SITE CATCHMEN ANALYSIS” 266

Francisco BURILLO-MOZOTA, Fernando PÉREZ-LAMBÁN, José LUÍS PEÑA-MONNE, Jesús V. PICAZO MILLÁN

Figura 1. A) Territorio agrícola de una aldea moderna de Palestina. B) Territorio de explotación pastoril moderno desde Nahal Oren. C) Clasificación de los usos del suelo en el Wadi el Mughara (Higgs y Vita Finzi, 1972, fig.1, 2, y 4). 273

Figura 2. Uso del suelo en torno a Tell Gezer (Palestina), x = límite de 1 hora, X = Límite de 2 hora. A) Neolítico Final / Calcolítico. B) Edad del Bronce Tardío / Primera Edad del Bronce (Webley, 1973, fig. 3 y 4)..... 274

Figura 3. “Situación topográfica y análisis territorial de El Cabezo de Monleón (izquierda) y San Cristobal de Mazaleón (derecha). Obsérvese la similitud topográfica y de recursos: Punteado = suelos arables, rayado vertical = suelos potencialmente arables y rayado horizontal = monte bajo, improductivo” (Ruiz-Zapatero y Fernández-Martínez, 1984, fig. 44). 275

Figura 4. Hallazgos arqueológicos en el territorio Salabrosos-Fuenlozana (Mora de Reubielos, Teruel). (F. Burillo *et al*, 1984, fig.2). 276

Figura 5. Usos potenciales de suelos en Los Millares (Gilman y Thornes, 1985, 43)..... 277

Figura 6. Campiña del Alto Guadalquivir: A) “Fases VI-VII. Distribución de asentamientos sobre el potencial productivo de los suelos”. B) “Fases VI-VII. Potencial productivo teórico de los asentamientos con al intervención de la distancia (radios R de 1, 3 y 5 kms.) (Nocete, 1994, fig. 122)..... 278

Figura 7. Cambios en los aprovechamientos agrícolas alrededor del poblado de la Edad del Bronce de Los Collados (1 km). A: Fotografía aérea que muestra el carácter árido y deforestado de la zona, con gran superficie yerma. B: Aprovechamiento actual de la zona. Las escasas zonas arables se corresponden principalmente a los fondos de las vales. C: Unidades geomorfológicas, básicas para plantear y entender la evolución del medio. D: Reconstrucción de los usos potenciales en la Edad del Bronce. Aumenta la superficie arable pero sobre unidades diferentes a las actuales: una mayor conservación de las plataformas estructurales y de la superficie de erosión de yesos ofrecería más superficie llana sobre la que habría suelo fértil. Las laderas suministrarían pasto y recursos forestales. Los fondos de las vales presentarían rellenos menos desarrollados y sujetos a las características hidrológicas y vegetales de los barrancos bajo unas condiciones más húmedas..... 279

Contextos teóricos y aplicabilidad

EL ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS ACUMULACIONES TEMPORALES

THE SPATIAL ANALYSIS OF TEMPORAL ACCUMULATIONS

ACHINO Katia Francesca¹

CAPUZZO Giacomo²

BARCELÓ Juan Antonio³

Resumen

Las trazas de las acciones sociales en el pasado, detectables a través del análisis del registro arqueológico, constituyen la evidencia material básica para poder inferir patrones sociales y económicos de las sociedades del pasado. En particular, queremos abordar el problema de las acumulaciones formadas por agregaciones discretas de artefactos, huesos, estructuras y desechos. Estas categorías se pueden investigar tanto en el tiempo como en el espacio utilizando un enfoque probabilístico dentro del marco de la geoestadística. Punto de partida para el análisis que queremos llevar a cabo son los conceptos de recuento y frecuencia: denominamos recuento a la enumeración de observaciones de dichas evidencias, y frecuencia al cálculo del número de veces que cierto suceso tuvo lugar en relación a la longitud del intervalo de tiempo a lo largo del cual el suceso se repitió. A la hora de analizar el registro arqueológico hay que tener en cuenta tanto los procesos deposicionales como los post-deposicionales que han producido el depósito tal como es: tan sólo de esta manera podemos entender si las evidencias materiales observables son el resultado de un único fenómeno arqueológico homogéneo que puede ajustarse a procesos estadísticos (como los procesos Binomiales o los procesos de Poisson).

Abstract

Traces of past human social actions were fossilized in the visible archaeological record. In particular, we address discrete accumulations formed by aggregations of artefacts, bones, structures and debris. These categories can be investigated both in time and in space using a probabilistic approach within the framework of geostatistics. The concepts of counting and frequency are the starting point for our analysis: we define counting the enumeration of observed evidences, and frequency the number of times a certain event took place in relation to the length of the time-span in which the event is repeated. When we study the archaeological record we have to take into account both depositional and post depositional processes which produced the deposit as it is now: only in this way, we can understand if the observable material evidences are the result of a single homogeneous archaeological phenomenon that can follow statistical processes (such as the Binomial or Poisson processes).

Palabras clave: acumulación, procesos deposicionales y post-deposicionales, estadística

Keywords: accumulation; depositional and post-depositional processes, statistics

INTRODUCCIÓN

Las consecuencias materiales observables en el registro arqueológico son el resultado de eventos que tuvieron lugar en un determinado espacio y en un particular intervalo de tiempo. A través del análisis de la “abundancia” de dichas evidencias materiales, podemos inferir patrones sociales y económicos de las sociedades del pasado. Las puntas de lanzas descubiertas en tumbas masculinas en una necrópolis, los fragmentos de vasijas de cerámica decorada con motivos geométricos y los restos de talla en un nivel de ocupación son ejemplos de esta “abundancia”. Para cuantificar estas evidencias materiales podemos utilizar una distribución binomial que nos permite detectar si un evento tuvo o no tuvo lugar en el pasado. Mientras que en el primer caso el registro arqueológico estará compuesto por las consecuencias materiales de dicho evento, en el segundo detectaríamos su ausencia.

¹ Laboratorio de Arqueología Cuantitativa (LAQU), Departament de Prehistòria, Facultat de Filosofia i Lletres, Edifici B, Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Bellaterra-Barcelona (España), katiافرancesca.achino@uab.cat

² Laboratorio de Arqueología Cuantitativa (LAQU), Departament de Prehistòria, Facultat de Filosofia i Lletres, Edifici B, Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Bellaterra-Barcelona (España), giacomocapuzzo@gmail.com

³ Laboratorio de Arqueología Cuantitativa (LAQU), Departament de Prehistòria, Facultat de Filosofia i Lletres, Edifici B, Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Bellaterra-Barcelona (España), juanantonio.barcelo@uab.es

Aunque tradicionalmente se haya asumido que el agente principal responsable de la creación de las distintas agregaciones discretas de artefactos, huesos, estructuras y desechos sólo era el comportamiento humano, sin embargo hoy en día la mayoría de los arqueólogos reconocen también el papel central de los procesos de formación del depósito arqueológico y los procesos post-deposicionales. Como ya se mencionó, los eventos sociales (acciones) están vinculados a un espacio y un tiempo, que definen su extensión; por lo tanto los procesos de acumulación están conectados intrínsecamente con estos conceptos, tanto en una escala macro (por ejemplo el aumento demográfico en una región o los fenómenos expansivos sobre un amplia área geográfica) como en una escala micro (como todos los procesos que tuvieron lugar en un asentamiento, por ejemplo los procesos de descarte y de abandono).

ESTUDIO DE LA ACUMULACIÓN EN EL PASADO: LA DIMENSIÓN TEMPORAL

En cuanto a la noción de tiempo, nuestro interés es aislar los fenómenos de acumulación a través de la detección de discontinuidades, que pueden ser cuantificadas mediante las dataciones radiocarbónicas. Un período histórico se puede definir como un intervalo cualitativo de tiempo en el cual un número indeterminado de actos individuales tuvieron lugar. Estos peculiares eventos “históricos” se deben considerar en términos de la incidencia de las acciones sociales llevadas a cabo por alguien que produjo algo en un lugar L y en un tiempo T . En general, la duración de un período histórico se puede estimar en términos de la duración temporal de las acciones sociales realizadas.

En este marco teórico los ejemplos más conocidos son el modelo introducido por Nelson (1909) (Fig.1) y Ford (1962) y él elaborado por Ottaway (1972). Mientras que el primero se creó para poder medir las variaciones en el tiempo de diferentes decoraciones cerámicas con el fin de averiguar la presencia de fases cronológicas homogéneas, el segundo se introdujo para cuantificar un período utilizando un conjunto de dataciones radiocarbónicas. Ottaway creó el concepto de *floruit cultural*, que se define como un periodo de tiempo en el que se produjo el 50% de los artefactos de un grupo humano específico en una determinada área geográfica (Fig. 2). El *floruit* de un sitio arqueológico se puede definir de la misma manera (Aitchison *et al.* 1991).

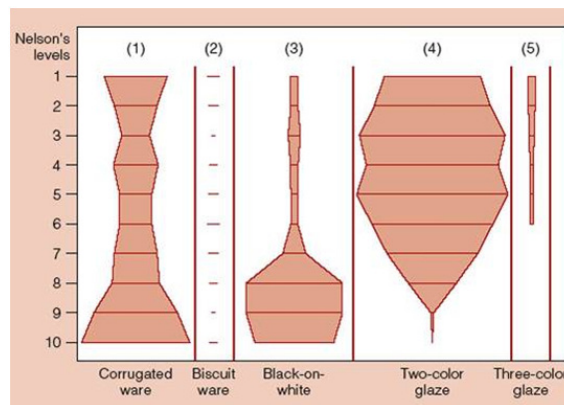


FIG. 1

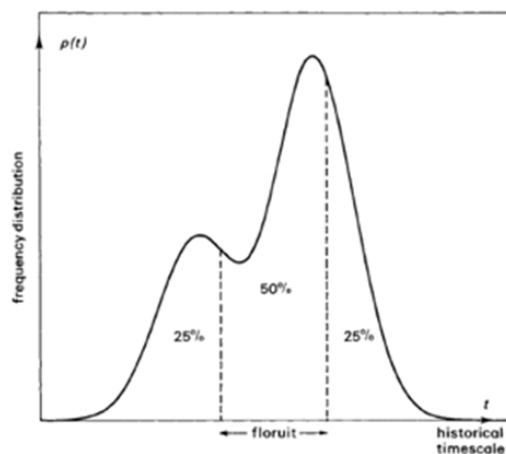


FIG. 2

ESTUDIO DE LA ACUMULACIÓN EN EL PASADO: LA DIMENSIÓN ESPACIAL

En cuanto a la noción de espacio hemos detectado tres marcos teóricos que hay que tener en cuenta a la hora de estudiar las acumulaciones en el pasado. El primero está expresado por la ley de Tobler, según la cual “todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas lejanas” (Tobler 1970). Esta definición constituye un concepto clave para poder identificar patrones documentados en el registro arqueológico y se basa en el “principio de vecindad” (Boyce *et al.* 1967, 1971; Fix 1975), que relaciona la intensidad de la semejanza en zonas y regiones cercanas. Por un lado, en un espacio macro el estudio de la acumulación de características particulares (las tipológicas de los artefactos o las estrategias de ocupación de los asentamientos) nos permite definir los grupos y las fronteras culturales que los separan. Por otro, en un espacio micro las acumulaciones son el resultado de una acción social del pasado y por lo tanto pueden describir, en un marco probabilístico, áreas funcionales específicas de un asentamiento.

A la luz de esta discusión resalta el hecho que tradicionalmente las acumulaciones se hayan estudiado de forma diferente en relación con el tiempo y el espacio. Sin embargo no hay tiempo sin espacio como no hay espacio sin tiempo. De hecho, los procesos que queremos abordar están intrínsecamente vinculados tanto al concepto de tiempo como al de espacio. A nivel gráfico el cumplimiento de la ley de Tobler se puede visualizar a través de un gradiente (Fig. 3) definido por un campo vectorial cuya magnitud está directamente relacionada a la intensidad del cambio de la variable analizada (p.ej. distribución espacial de los valores $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ de una variable z). De hecho, el gradiente nos es más que la variación de intensidad de una variable por unidad de distancia entre un centro (origen) y un lugar. A nivel matemático, en el cálculo vectorial el gradiente de un campo escalar f es un campo vectorial que apunta en la dirección en que la derivada direccional es máxima.

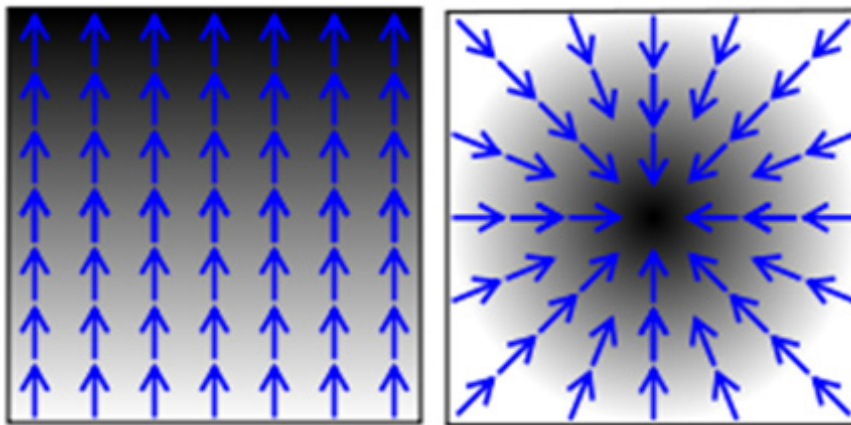


FIG. 3

LOS PROCESOS POST-DEPOSICIONALES

Sin embargo, si asumimos dos diferentes intervalos de tiempo T_1 y T_2 , la calidad de un evento puede cambiar como consecuencia de la acción de los procesos culturales y naturales, que modifican las características del registro arqueológico y a veces también su ubicación (desde E_1 hasta E_2). Por ejemplo, el mismo fragmento de hueso de la especie s de forma x que un tiempo T (en el momento de su deposición) estaba en un lugar Z , se hallará por los arqueólogos en forma x_1 en un tiempo T_1 y en un lugar Z_1 . Eso se debe a los cambios que las evidencias materiales sufren por causa de los procesos post-deposicionales: entre otros los procesos fluviales, el transporte, la solifluxión, la actividad de roedores, la agricultura contemporánea (Wood & Johson 1978; Rowlett & Robinson 1982; Villa 1982; Carr 1984: 116; Schiffer 1987; Taylor 2000; Hilton 2003; Brantingham *et al.* 2007). Si asumimos que los conjuntos arqueológicos son agregados de elementos individuales, podemos inferir que estos interactúan con diversos agentes de modificación de manera estadística. Por ejemplo, un único proceso deposicional puede dar lugar a diferentes evidencias materiales en el registro arqueológico, y un solo registro arqueológico puede contener las consecuencias materiales de muchos procesos deposicionales (Schiffer 1987; Stein 1987; Hassan 1987; Leonardi 1991; Castro *et al.* 1993; Estevez 2000; Brown *et al.* 2005). A la luz de estas posibilidades, hay que reconocer que la mayoría de las acumulaciones arqueológicas no son el resultado exacto de un evento de deposición discreta o un único proceso. Además los procesos post-deposicionales suelen causar desorden en los patrones de distribución de los artefactos en el registro arqueológico y por consiguiente un aumento de la entropía. Pérdida, descarte, reutilización y decadencia se enumeran entre los diferentes procesos de formación del registro arqueológico, pues entre la acción social y sus consecuencias materiales (Schiffer 1972, 1975; Hassan 1987; Schiffer 1987; Rossignol & Wandsnider 1992; Mameli *et al.* 2002; Lucas 2012). Estos procesos hacen que los conjuntos arqueológicos sean más amorfos, que la densidad de los artefactos sea más baja, menos homogénea su densidad interna, menos claros sus límites,

y más similar (o al menos asimétrica) su composición. Por otra parte, algunos procesos post-deposicionales pueden aumentar el grado de agrupación entre los artefactos, como consecuencia del azar (Ascher 1968; Carr 1984). Además, una fuente de error considerable a la hora de describir la acción social en el pasado es la variabilidad que caracteriza los procesos post-deposicionales tanto en su duración en el tiempo como en su magnitud en el espacio. Sus consecuencias más importantes hacen referencia a la posible reducción o desaparición de algunas clases de materiales mientras que otras se acumularían proporcionando una visión distorsionada de la realidad que las originó (Brain 1980; Lyman 1987).

Dentro de este marco, Surovell y Brantingham (2007) han analizado los efectos de los procesos post-deposicionales sobre las evidencias arqueológicas, logrando detectar que la probabilidad de supervivencia de un yacimiento arqueológico es inversamente proporcional a la edad del sitio (Fig. 4). Eso significa que en el registro arqueológico los materiales más recientes se encuentran en mayor cantidad respecto a los antiguos y además la forma de la función relativa a la abundancia no es lineal (Surovell & Brantingham 2007, p. 1868).

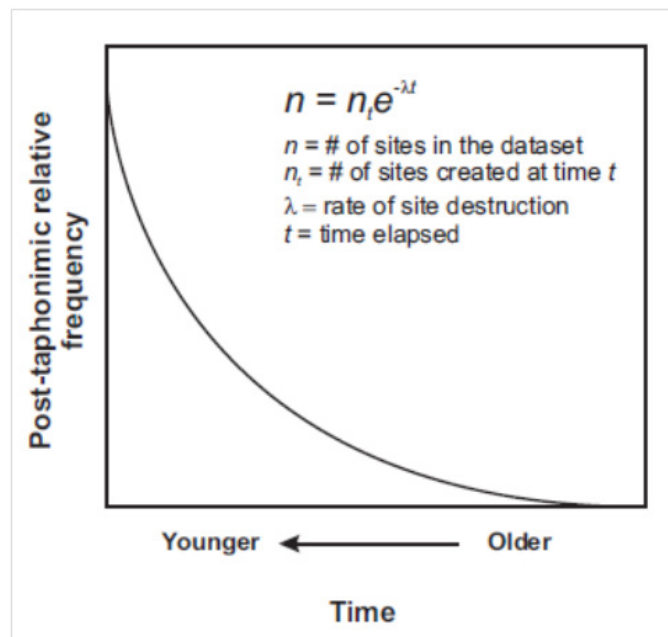


FIG. 4

Con lo cual, ¿podemos considerar la evidencia material del registro arqueológico como una imagen fiable de las acciones sociales llevadas a cabo en el pasado? ¿Las diferencias entre las frecuencias esperadas y las frecuencias observadas de las variables $a, b, c \dots z$ reflejan las diferencias en la probabilidad de que algo producido en el pasado pueda preservarse tal cual en el presente? En las próximas páginas intentaremos responder a estas preguntas.

DE LA OBSERVACIÓN A LA INTERPRETACIÓN

El hecho de que no podamos predecir el resultado de un solo evento deposicional no quiere decir que la cantidad de artefactos observados no se pueda analizar, debido a las alteraciones del registro. En la mayoría de los casos concretos, debemos hablar de causas múltiples y de complejas relaciones causales, más que del indeterminismo o de la aleatoriedad intrínseca. Los objetos de nuestro estudio tienen que ser “los conjuntos deposicionales” que en una dinámica invertida han generado las consecuencias materiales que hoy en día constituyen el registro arqueológico.

La solución práctica a esta paradoja es considerar que una secuencia de eventos que constituyen un proceso, en cualquier etapa contiene elementos afectados por la incertidumbre, o la interacción estocástica. Por ejemplo, la probabilidad de la existencia de P_2 (la probabilidad de la presencia de consecuencias post-deposicionales) determina los cambios en P_1 (probabilidad de la presencia de evidencias materiales en el registro arqueológico). Por tanto, el proceso se puede definir estocásticamente, en cuanto es un sistema que se desarrolla en el tiempo y en el espacio según leyes probabilísticas (Cox & Miller 1965; Karlin & Taylor 1998; Brzeźniak & Zastawniak 1999; Durrett 2010). Por consiguiente, causa y determinación

se pueden definir como una función de probabilidad entre los eventos sociales, los eventos post-deposicionales, y el aspecto material, que se definen en términos de forma, tamaño, composición, textura y ubicación.

Finalmente, lo que podemos investigar es la posibilidad de detección de las consecuencias de estos eventos en el registro arqueológico conservado y la probabilidad de que algo producido en el pasado se haya conservado en el presente. Punto de partida para este análisis son los conceptos de recuento y frecuencia.

RECUENTO Y FRECUENCIA: ¿DOS CARAS DE LA MISMA MONEDA?

Llamamos recuento a la enumeración de observaciones de las evidencias arqueológicas dentro de la misma variable o la misma unidad. Por otro lado, se puede denominar frecuencia el cálculo del número de veces que cierto suceso tuvo lugar en relación a la longitud del intervalo de tiempo a lo largo del cual el suceso se repitió. Todos estos eventos ocurren de forma independiente dentro de un intervalo de tiempo y de espacio concreto. La clave para entender la diferencia entre recuentos y frecuencias reside en que para calcular la frecuencia de un suceso que se repitió en el pasado debemos contar el número de veces que ese suceso tuvo lugar dentro de un intervalo de tiempo concreto: podemos obtener ese resultado de manera probabilística a través del cálculo de la cantidad de las evidencias arqueológicas. Por ejemplo, un recuento de 1350 restos de talla de sílex en un nivel de ocupación puede parecer muy elevado; aunque, si consideramos que ese nivel tuvo una duración de 300 años, la frecuencia de los sucesos de las acciones en el pasado debió haber sido muy escasa. En consecuencia, ¿podemos utilizar recuentos de las evidencias materiales que constituyen el registro arqueológico para inferir el número de las acciones que tuvieron lugar en el pasado? Como se mencionó anteriormente, no hay espacio sin tiempo, por lo tanto sería un error comparar diferentes recuentos de evidencias materiales en un espacio determinado sin poder tener en cuenta su intervalo temporal, tanto en una escala micro y semi-micro (áreas de actividades o niveles de ocupación del mismo sitio) como en una escala macro (diferentes yacimientos).

Por el contrario, la comparación de frecuencias de las trazas de las acciones sociales de pasado se lleva a cabo/realiza no sólo en el marco de una misma dimensión espacial (los yacimientos) sino también en un mismo intervalo de tiempo (por ejemplo 300 años). Cuanto más limitadas las unidades espacio-temporales de referencia (los contextos), mejor será la estimación de la abundancia de evidencias y así evitaríamos contar dos veces dos fragmentos procedentes del mismo individuo (por ejemplo en el caso de la estimación del número mínimo de individuos en un conjunto de fauna). Cuanto mayor sea el conjunto, mayor será la probabilidad que un fragmento aparezca repetido y que por tanto se considere redundante a la hora de la estimación del número mínimo de individuos. Obviamente, este problema es tanto mayor cuanto más fragmentadas estén las evidencias observadas, menor el tamaño de cada uno de los fragmentos y más difícil su identificación.

Además, las diferencias en las frecuencias observadas reflejan diferencias en las probabilidades de conservación en conexión con fenómenos post-deposicionales. El análisis del recuento y de la frecuencia de los resultados materiales de los eventos sociales producidos en el pasado nos permite reconstruir un proceso o una sucesión de eventos que se desarrolla en el tiempo.

¿Cómo podemos definir un proceso? Desde un punto de vista matemático, se puede definir proceso el conjunto de relaciones y proposiciones entre variables, entidades y parámetros que, a través de una relación de causa-efecto, dan origen a un particular resultado observable que se expresa a través de las mismas variables, entidades y parámetros matemáticos (Giordano *et al.* 2014). En informática, un proceso es una unidad de actividad que se caracteriza por la ejecución de una secuencia de instrucciones, un estado actual, y un conjunto de recursos del sistema asociados (Stallings 2003). En arqueología el concepto de proceso es subyacente a la aparición de los resultados en un espacio, es decir las consecuencias materiales de un evento social que tuvo lugar en el pasado, en este caso en concreto el proceso de acumulación.

ACUMULACIÓN DE RECUENTOS: EL PROCESO BINOMIAL

En caso de que los datos arqueológicos disponibles se ajustan a un proceso de acumulación con dos posibles resultados (presencia o ausencia) y las variables que componen el proceso son independientes entre ellas podemos definir este proceso como un proceso binomial. El proceso binomial es un proceso estocástico que se lleva a cabo en un tiempo discreto y describe la probabilidad de que aparezca una unidad de recuento.

La ecuación que describe el proceso es la siguiente:

en la cual P corresponde a la probabilidad que el evento tuvo lugar, n es el número de pruebas realizadas, q representa la probabilidad de que cada prueba haya fallado y en fin es el coeficiente binomial.

Este proceso se caracteriza por ser de difícil aplicación en arqueología porque nos obliga a trabajar con conjuntos de eventos cuyo número debe conocerse con antelación. De todas maneras, en algunos casos específicos ha sido posible aplicar una distribución de Bernoulli para describir un proceso binomial. Un ejemplo en una dimensión macro espacial se encuentra en el análisis geoestadístico de los contextos arqueológicos fechados por el radiocarbono entre el Danubio y el Ebro (Barceló *et al.* 2013). La presencia/ausencia de determinadas variables en el registro se ha podido investigar como el resultado de un proceso binomial ya que conocemos la población inicial formada por el conjunto de yacimientos excavados y, dentro de este marco, la población de yacimientos fechados. Las variables que se han estudiado hacen referencia a diferentes tipologías de artefactos, ritual funerario y estructura del asentamiento y están descritas en términos cuantitativos tanto en el espacio (coordenadas geográficas UTM) como en el tiempo (estimaciones ^{14}C y errores estándar asociados). Sumando sus intervalos de confianza (las acumulaciones temporales) podemos detectar cambios y episodios de discontinuidad en la difusión de la misma variable en un tiempo y espacio conocidos (Gamble *et al.* 2005; Barceló 2008; Steele 2010; Caracuta *et al.* 2012; Williams 2012). Otro enfoque dentro del mismo marco teórico y metodológico ha abordado las acumulaciones de dataciones para inferir procesos de incremento demográfico; varios son los ejemplos en la literatura arqueológica (Gamble *et al.* 2005; Turney *et al.* 2006; Ortman *et al.* 2007; Shennan & Edinborough 2007; Buchanan *et al.* 2008; Smith & Ross 2008; González-Sampériz *et al.* 2009; Oinonen *et al.* 2010; Peros *et al.* 2010; Steele 2010; Tallavaara *et al.* 2010; Johnson & Brook 2011; Pesonen *et al.* 2011; Williams 2012; Armit *et al.* 2013; Martínez *et al.* 2013; Miller & Gingerich 2013). En conclusión, este análisis ofrece la posibilidad de detectar patrones diferentes en espacios y tiempos diferentes, cuya causa se puede reconducir a fenómenos de difusión, de expansión y de crecimiento, tres conceptos que se pueden expresar con la misma ecuación matemática logística.

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

En la que N representa el tamaño de la población, t es el tiempo, r es la constante que define la tasa de crecimiento y K es la capacidad de persistencia. K se puede definir también como la capacidad de carga y está directamente relacionada con el agotamiento de los recursos que permiten el desarrollo exponencial del crecimiento.

En una dimensión micro-espacial, p.ej. en un yacimiento arqueológico, no podemos justificar que las evidencias materiales detectadas en el registro arqueológico y producidas por un evento social que tuvo lugar en el pasado sean el resultado de un proceso binomial. De hecho, la población muestral no es representativa de la población inicial: no conocemos el número total de vasijas enteras de las que proceden los fragmentos hallados ni tampoco el número total de cabañas cuyas estructuras se han observado en el depósito. Estas consideraciones se pueden aplicar también a otras categorías de artefactos y ecofactos (restos de industria lítica, pólenes y fauna).

Por el contrario, la población muestral se compone de fragmentos de los artefactos producidos por la acción combinada de varios procesos deposicionales y post-deposicionales. Por lo tanto, cabe adoptar un enfoque diferente basado en la estimación de la frecuencia observada de los artefactos en el registro arqueológico. Un ejemplo se encuentra en el palafito del *Villaggio delle Macine* ubicado en la orilla del lago Albano al norte de Roma y fechado entre el Bronce Antiguo y Medio.

ACUMULACIÓN DE FRECUENCIAS: LOS PROCESOS DE POISSON

En este caso, analizamos las frecuencias observables de las consecuencias materiales de un evento que tuvo lugar en el pasado, en un espacio y tiempo determinado, para verificar si se pueden ajustar a una distribución de Poisson producida por un proceso de Poisson. Este proceso se puede expresar a través de la fórmula:

En la cual f es la probabilidad que un evento se llevó a cabo en el pasado, k es el número de sucesos de un evento en un intervalo determinado y λ es la media de los sucesos del evento en el intervalo.

Mientras el proceso de Poisson está conectado con el evento repetido en el tiempo en el pasado, por lo contrario la distribución de Poisson es relativa a la manera de distribuirse de los resultados materiales de este proceso de acumulación.

Un ejemplo en una dimensión micro espacial se encuentra en el análisis de las frecuencias observables de diferentes marcadores (tipos cerámicos, huesos, molinos, líticos, postes y estructuras de madera) identificados en el *Villaggio delle Macine* a lo largo de los últimos años. Estos marcadores están conectados con actividades especializadas llevadas a cabo en áreas funcionales particulares (Achino *et al.* 2013).

A raíz de eso, necesitamos interrogarnos sobre la naturaleza de estas actividades. ¿La distribución espacial de las consecuencias materiales de las actividades especializadas que tuvieron lugar en el poblado (como talla de sílex, alfarería,

moledura, actividades de carnicería, hilandería) conectadas con la última fase de vida del sitio y su abandono son el resultado de un único proceso homogéneo?

En ese caso la distribución de artefactos se ajustaría a un proceso homogéneo de Poisson, que describe la probabilidad de que, en una unidad de tiempo/espacio dada, aparezca una unidad de recuento. Los eventos deben ocurrir en un momento y en un intervalo de tiempo dado y sus números de apariciones contadas en intervalos disjuntos son independientes el uno del otro y la distribución de probabilidad del número de ocurrencias contadas en cualquier intervalo de tiempo depende sólo de la longitud del intervalo. Finalmente, la media de números de sucesos en este intervalo tiene que ser constante.

El proceso homogéneo de Poisson está conectado con una acumulación intencional, que en línea teórica puede corresponder a un único evento, como los procesos de almacenamiento del *Villaggio delle Macine*.

La probabilidad de ocurrencia de estas evidencias arqueológicas en un lugar y momento específico es proporcional al intervalo temporal y a la extensión espacial. Además la probabilidad de ocurrencia es independiente de cualquier otra repetición de la misma acción de producción, uso y distribución que tuvo lugar en un momento diferente (no de forma simultánea). Finalmente la distribución de las frecuencias observadas es estable.

Al contrario, si la acumulación no es el resultado de una acción intencional, el conjunto de actividades que tuvieron lugar en el *Villaggio delle Macine* son aleatorias y se han producidos por diferentes razones que no se pueden explicar a través de un solo evento deposicional homogéneo.

En este caso en el intervalo de tiempo considerado, la probabilidad del evento no es proporcional a la duración del intervalo, la posibilidad de que dos o más eventos ocurrieron simultáneamente en el mismo intervalo no puede ser considerada nula y el número de ocurrencias en el intervalo de tiempo depende de lo que ocurrió antes o simultáneamente en otros lugares. Finalmente la distribución de las frecuencias observadas no es estable y está producida por un proceso de Poisson no homogéneo.

CONCLUSIONES

Las evidencias materiales de los eventos sociales que tuvieron lugar en el pasado son el resultado de procesos de formación y deformación tanto antrópicos como naturales. A la hora de investigar y analizar el registro arqueológico hay que tener en cuenta las alteraciones que estos procesos conllevan y las características intrínsecas del depósito. De hecho, ya que no tenemos una máquina del tiempo para poder analizar el registro arqueológico en el momento exacto de su formación, necesitamos reconstruir su deformación analizando el palimpsesto formado por la acción y la interacción de los diferentes agentes deposicionales y post-deposicionales. Para llevar a cabo este tipo de estudio necesitamos herramientas estadísticas que nos proporcionan información acerca de los procesos que han producido el observable arqueológico tal cual lo hallamos hoy en día. Debido a la variabilidad de cada caso de estudio hay que analizar por separado las características del depósito para así detectar qué proceso estadístico se ajusta más a las preguntas arqueológicas que queremos desarrollar. Por lo tanto, podemos utilizar métodos estadísticos para intentar “ver” aquello que no puede “verse”.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación recibe fondos del Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya, de los proyectos PADICAT (“Patrimoni Digital Arqueològic de Catalunya” - Obra Social la Caixa i Associació d'Universitats Catalanes - Programa RecerCaixa, RECER2010-05). También está financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación con el programa CONSOLIDER-INGENIO (CSD2010-00034) y el proyecto HAR 2012-31036.

REFERENCIAS CITADAS

- ACHINO, K. F., M. ANGLE, J. A. BARCELÓ y F. MICARELLI. 2013. The pile dwelling of Villaggio delle Macine: an analysis of the spatial differentiation of social activities, En *Debating Spatial Archaeology. Landscape and Spatial Analysis in Archaeology*, editado por A. G. Moreno, G. J. Sánchez, A. C. Maximiano y J. Rios, Publican, Santander.
- ACHINO, K. F., M. ANGLE y F. MICARELLI. 2011. *Uomini e laghi. Correlazioni spaziali e funzionali dell'ultima fase di vita del Villaggio delle Macine*, Trabajo presentado en la reunión científica Le palafitte, Desenzano del Garda (Italy), October 6-8, 2011, en prensa.
- AITCHISON, T., B. OTTAWAY y A. S. AL-RUZAIZA. 1991. Summarizing a group of ¹⁴C dates on the historical time scale: with a worked example from the Late Neolithic of Bavaria. *Antiquity*, 65: 108-116.
- ARMIT, I., G.T. SWINDLES y K. BECKER. 2013. From dates to demography in later prehistoric Ireland? Experimental approaches to the meta-analysis of large ¹⁴C data-sets. *Journal of Archaeological Science* 40: 433-438.

- BAILEY, G. 2007. Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26: 198–223.
- BARCELÓ, J. A. 2008. La seqüència crono-cultural de la prehistòria catalana. Anàlisi estadística de les datacions radiomètriques. *Cypsela* 17: 65-88.
- BARCELÓ, J.A., G.CAPUZZO y I. BOGDANOVICH. 2013. Modeling expansive phenomena in early complex societies: the Transition from Bronze to Iron Age in Prehistoric Europe. *Journal of Archaeological Method and Theory* 20 (4).
- BRANTINGHAM, P. J., T. A. SUROVELL y N. M. WAGUESPACK. 2007. Modeling post-depositional mixing of archaeological deposits. *Journal of Anthropological Archaeology* 26: 517-540.
- BROWN, C. T., W. R. T. WITSCHY y S. LARRY. 2005. The Broken past: Fractals in Archaeology, *Journal of Archaeological Method and Theory* 12 (1): 37-78.
- BRZEŹNIAK, Z. y T. ZASTAWNIAK. 1999. *Basic stochastic processes*, Springer, London.
- BUCHANAN, B., M. COLLARD y K. EDINBOROUGH. 2008. Palaeo-Indian Demography and the Extraterrestrial Impact Hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 11651-11654.
- CARACUTA, V., G. FIORENTINO y M.C. MARTINELLI. 2012. Plant remains and AMS: dating climate change in the Aeolian Islands (Northeastern Sicily) during the 2nd millennium BC. *Radiocarbon* 54 (3-4): 689-700.
- CARR, C. 1984. The Nature of Organization of Intrasite Archaeological Records and Spatial Analytic Approaches to their Investigation. *Advances in Archaeological Method and Theory* 7, editado por M.B. Schiffer, pp.103-222, Academic Press, New York.
- CASTRO, P., V. LULL y R. MICO. 1993. Arqueología: algo más que Tafonomía. *Arqueología Espacial* 16-17: 19-28.
- DURETT, R. 2010. *Probability: Theory and Examples*. (Fourth Edition) Cambridge University Press, Cambridge.
- ESTEVEZ, J. 2000. Aproximación dialéctica a la Arqueología. *Revista Atlántico Mediterránea de Prehistoria* 3 Cádiz (Spain).
- FORD, J.A. 1962. *A Quantitative Method for Deriving Cultural Chronology, Technical Manual I*, Pan American Institute, Washington.
- GAMBLE, C., W. DAVIES, P. PETTITT, L. HAZELWOOD y M. RICHARDS. 2005. The Archaeological and genetic foundation of the European population during the Late Glacial: implications for “agricultural thinking”. *Cambridge Archaeological Journal* 15 (2): 193-223.
- GIORDANO, F. R., W. P. FOX Y S. B. A. HORTON. 2014 *First course in Mathematical Modelling*, (fifth edition) Brooks/Cole Publications Company, California.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., P. UTRILLA, C. MAZO, B. VALERO-GARCÉS, M. C. SOPENA, M. MORELLÓN, M. SEBASTIÁN, A. MORENO y M. MARTÍNEZ-BEA. 2009. Patterns of human occupation during the early Holocene in the central Ebro basin (NE Spain) in response to the 8.2ka climatic event, *Quaternary Research* 71: 121-132.
- HASSAN, F. A. 1987. Re-forming archaeology: a foreword to natural formation processes and the archaeological record, en *Natural formation processes and the archaeological record*, editado por D. T. Nash y M. D. Petraglia, BAR International Series 352, Oxford.
- HILTON, M. R. 2003. Quantifying Post-depositional redistribution of the archaeological record produced by Freeze-Thaw and Other Mechanisms: an Experimental Approach. *Journal of Archaeological Method and Theory* 10 (3): 165-202.
- JOHNSON, C.N. y B.W. BROOK. 2011. Reconstructing the dynamics of ancient human populations from radiocarbon dates: 10000 years of population growth in Australia. *Proceedings of the Royal Society* 278: 3748-3754.
- KARLIN, S. y H. M. TAYLOR. 1998. *An introduction to Stochastic Modeling*, Academic Press, San Diego.
- KELLY, R.L. y D. H. THOMAS. 2012. *Archaeology*, KY.
- LUCAS, G. 2012. *Understanding the archaeological record*, Cambridge University Press, Cambridge.
- LEONARDI, G. 1991. *Processi formativi della stratificazione archeologica*, atti del seminario internazionale “Formation Processes and Excavation Methods in Archaeology: Perspectives”. Dipartimento di Scienze dell’Antichità - Università degli Studi di Padova, Padova.
- MARTÍNEZ, G., G. FLENSBORG y P. D. BAYALA. 2013. Chronology and human settlement in northeastern Patagonia (Argentina): Patterns of site destruction, intensity of archaeological signal, and population dynamics. *Quaternary International* 301: 123-134.
- MILLER, D.S. y J. A. M. GINGERICH. 2013. Regional variation in the terminal Pleistocene and early Holocene radiocarbon record of eastern North America. *Quaternary Research* 79: 175-183.
- OINONEN, M., P. PESONEN y M. TALLAVAARA. 2010. Archaeological radiocarbon dates for studying the population history in eastern Fennoscandia. *Radiocarbon* 52 (2): 393–407.
- ORTMAN, S.G., M.D. VARIEN y T. L. GRIPP. 2007. Empirical Bayesian methods for archaeological survey data: an application from the Mesa Verde region. *American Antiquity* 72 (2): 241-72.
- PEROS, M.C., S. E. MUNOZ, K. GAJEWSKI y A.E. VIAU. 2010. Prehistoric demography of north America inferred from radiocarbon data. *Journal of Archaeological Science* 37: 656-664.

- PESONEN P., J. KAMMONEN, E. MOLTCHANOVA, M. OINONEN y P. ONKAMO. 2011. Archaeological radiocarbon dates and ancient shorelines - resources and reservoirs, Proceedings of the seminar "The Sea Level Displacement and Bedrock Uplift" (Pori, Finland, 10–11 June 2010). *Posiva Working Report* 2011-07: 119–129.
- ROSSIGNOL, J. y L. WANDSNIDER. 1992. Space, time and archaeological landscapes, Plenum Press, New York.
- ROWLETT, R. M. y M. C. ROBBINS. 1982. Estimating original assemblage content to adjust the post-depositional vertical artifact movement, *World Archaeology* 14:73-83.
- SCHIFFER, M. B. 1972. Archaeological context and systemic context. *American Antiquity* 37:156-165.
- SCHIFFER, M. B. 1975. The effects of occupation span on site content. In *The Cache River archeological project*, editado por M. B. Schiffer y J. H. House. Arkansas Archeological Survey, *Research Series* 8:265-269.
- SCHIFFER, M. B. 1987. *Formation processes of the archaeological record*, University of New Mexico Press, Albuquerque.
- SHENNAN, S. y K. EDINBOROUGH. 2007. Prehistoric population history: from the Late Glacial to the Late Neolithic in Central and Northern Europe. *Journal of Archaeological Science* 34 (8): 1339-1345.
- SMITH, M.A. y J. ROSS. 2008. What happened at 1500-1000 BP in central Australia? Timing, impact and archaeological signatures. *The Holocene* 18 (3): 387-396.
- STALLINGS, W. 2003. *Fundamentos de seguridad en redes: aplicaciones y estándares*, Pearson Prentice Hall, Madrid.
- STEIN, J. K. 1987. Deposits for Archaeologists, en *Advances in Archaeological Method and Theory* (11), editado por M.B. Schiffer, pp. 337-395, Academic Press, New York.
- STEELE, J. 2010. Radiocarbon dates as data quantitative strategies for estimating colonization front speeds and event densities. *Journal of Archaeological Science* 37: 2017-2030.
- TALLAVAARA M., P. PESONEN y M. OINONEN. 2010, Prehistoric population history in eastern Fennoscandia. *Journal of Archaeological Science* 37 (2): 251–260.
- TAYLOR, J. 2000. Cultural depositional processes and post-depositional problems, in *Extracting meaning from Ploughsoil Assemblages* editado por R. Francovich, H. Patterson H, pp. 16-26, Oxbox, Oxford.
- TURNEY, C.S.M., M. BAILLIE, J. PALMER y D. BROWN. 2006. Holocene climatic change and past Irish societal response. *Journal of Archaeological Science* 33 (1): 34-38.
- VILLA, P. 1982. Conjoinable pieces and site formation processes. *American Antiquity* 47:276-290.
- WILLIAMS, A.N. 2012. The use of summed radiocarbon probability distributions in archaeology: a review of methods. *Journal of Archaeological Science* 39 (3): 578-589.
- WOOD, W. R. y D. L. JOHNSON. 1978. A survey of disturbance processes in archaeological site formation. *Advances in archaeological method and theory* Vol. 1, editado por M. B. Schiffer, pp. 315-381, Academic Press, New York.