

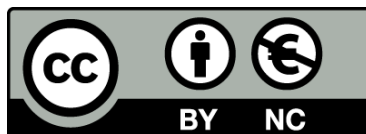


UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

# Exploración y modelización de patrones socioecológicos y tecnoculturales en sociedades preindustriales de zonas áridas afro-asiáticas

Una aproximación multidisciplinar  
desde métodos cuantitativos

Andreas Angourakis



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement- NoComercial 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento - NoComercial 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0. Spain License.**

## Índice de figuras

1.1. Los yacimientos del Surkhan Daria con muestras cerámicas recogidas y analizadas por los miembros del ERAAUB durante el período de desarrollo de la tesis. Se destacan en rojo aquellos yacimientos presentes en las publicaciones asociadas a la tesis. Mapa generado con QGIS, versión 2.18.3 ( <a href="https://www.qgis.org">https://www.qgis.org</a> ), usando capas de datos de Mapbox ( <a href="http://www.mapbox.com">http://www.mapbox.com</a> ), ©Mapbox ©OpenStreetMap. . . . .	11
2.1. Mapa de los campos y los principales autores asociados a la ciencia de la complejidad. Extracto de la imagen creada por Brian Castellani (Durham University), disponible en <a href="http://www.art-sciencefactory.com">www.art-sciencefactory.com</a> . . . . .	29
2.2. "Breeder pattern", un ejemplo de los patrones generados en el Juego de la Vida de Conway. Los conjuntos de células en rojo generan regularmente a los conjuntos en verde que, a su vez, generan los conjuntos azules. Imagen de Hyperdeath, disponible en <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Breeder_pattern.png">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/">CC-BY-SA</a> . . . . .	35
2.3. Diagrama Venn ilustrando el solapamiento entre arqueología cuantitativa y la arqueología digital, indicando el lugar de los métodos más frecuentes en la práctica arqueológica actual. . . . .	36
2.4. Niveles de precipitación anual media (mm) en Afro-Eurasia. Promedio del período 1970-2000. Mapa generado con QGIS, versión 2.18.3 ( <a href="https://www.qgis.org">https://www.qgis.org</a> ), usando capas de datos de Fick y Hijmans (2017). . . . .	44
2.5. Coeficiente de aridez anual en Afro-Eurasia. Promedio del período 1950-2000. Se calcula dividiendo la precipitación (mm) por la evapotranspiración potencial (mm), por lo que a valores más bajos, mayor aridez (rojo). Mapa generado con QGIS, versión 2.18.3 ( <a href="https://www.qgis.org">https://www.qgis.org</a> ), usando capas de datos de FAO (2015). . . . .	45
2.6. Ejemplos de oasis aumentados artificialmente. Arriba, división de las aguas del Zeravshan entre los principales canales del oasis de Samarcanda, Uzbekistán (Stride et al. 2009). Abajo, el sector sur de la zona de irrigación entre el Karum (izquierda, río natural) y el Gargar (derecha, originalmente un canal derivado del primero), Juzestán, Irán (Alizadeh et al. 2004). Mapa generado con QGIS, versión 3.2 ( <a href="https://www.qgis.org">https://www.qgis.org</a> ), usando capas de datos de Mapbox ( <a href="http://www.mapbox.com">http://www.mapbox.com</a> ), ©Mapbox ©OpenStreetMap. . . . .	47

2.7. Algunos paisajes de la Afro-Eurasia árida. De izquierda a derecha y de arriba a abajo, fotos de: (primera fila) Rwhaun, Andrew®, Miguel Virkkunen Carvalho, MartinDimitrievski; (segunda fila) Masterpjz9, Al-Gimravi, Hiwa Sherzad, mojtaba jabari; (tercera fila) KennyOMG, Peretz Partensky, Popolon, Antoine Taveneaux; (cuarta fila) BáthoryPéter, Mani1, 7777777kz, Andries Oudshoorn; todas disponibles en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> . . . . .	49
2.8. Ilustración de la definición de regiones históricas. Los nodos podrían representar asentamientos y las conexiones, interacciones entre asentamientos. . . . .	52
2.9. Regiones históricas de la Eurasia árida. Mapa generado con QGIS, versión 3.2 ( <a href="https://www.qgis.org">https:// www.qgis.org</a> ), usando capas de datos de Mapbox ( <a href="http://www.mapbox.com">http://www.mapbox.com</a> ), © <a href="#">Mapbox</a> © <a href="#">OpenStreetMap</a> . . . . .	54
2.10. Cronología de las regiones áridas de la Afro-Eurasia oriental (c. 3500 a. C. a año cero). . . . .	57
2.11. Cronología de las regiones áridas de la Afro-Eurasia oriental (año cero a c. 1500 d. C.). . . . .	58
2.12. Mural de Behistún (Bistoun, Bisotoun), provincia de Kermanshah, Irán. Detalle de la representación del líder saca, Shunka. Modificado desde foto de Persian Dutch Network, disponible en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> . . . . .	64
2.13. Relieves del entrepaño sur de la escalera este de la Apadana de Persépolis. Este relieve representa las delegaciones de pueblos sometidos entregando su tributo al rey persa. Detalle de la delegación de los sacas (arriba) y bactrianos (abajo). Modificado desde foto de Diego Delso ( <a href="#">delso.photo</a> ), disponible en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> . . . . .	65
2.14. Reconstrucción del atuendo del "Hombre Dorado"(en realidad, de sexo indeterminado), inhumado en el kurgán de Issyk, sudeste de Kazajistán. Exposición en el National Museum of the Republic of Kazakhstan en Astana. Modificado desde foto de Derzsi Elekes Andor, disponible en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> . . . . .	66
2.15. Perfil de la cabeza de un príncipe Kushán (o Yuezhi?), encontrada en el palacio de Khalchayan (Surkha Daria, Uzbekistán). Foto de PHGCOM, disponible en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> . . . . .	69

2.16. Tetradracma de plata con la representación de Hereo (inscripción en griego: 'TYRANNOUNTOS HAOY ΣANAB KOBḡANOY', 'el tirano Heraios, "Sanav«significado desconocido>de los kushán). Foto de CNG Coins, disponible en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> .	70
2.17. Representación de un jefe heftalita, anónimo (AR Dracma, Triton XVII, Lote: 489). Foto de CNG Coins, disponible en <a href="#">Wikimedia Commons</a> bajo licencia <a href="#">CC-BY-SA</a> .	73
3.1. Mecanismos considerados para exploración en el caso de estudio 5 del proyecto SimulPast. Se destacan aquellos que efectivamente se incluyen en los dos modelos publicados.	82
3.2. Las tablas (cuadros) y relaciones (enlaces) de la base de datos creada para el proyecto CAMOTECCER, aún en uso y desarrollo en el proyecto CERAC. La base de datos fue implementada en Microsoft Access.	85
3.3. Proyección de los resultados de los cuatro protocolos, aplicados a un conjunto de muestras de cerámica fina de Termez.	86
3.4. Map of ancient Bactria showing the location of Termez and the main settlements cited in the text (drawing by A. Sánchez del Corral; cartographic base: Aster Global Digital Elevation Map NASA, <a href="http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp">http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp</a> ). , <i>Figure 1 in the original</i> .	106
3.5. General plan of Termez showing the location of sectors AC1, AC2 and RB1 and the sites at which the seven clayey sediments (G-1 to G-7) were collected (cartographic base: Leriche & Pidaev, 2007). <i>Figure 2 in the original</i> .	108
3.6. Main ceramic prototypes examined. Scale bar: 10 cm. <i>Figure 3 in the original</i> .	113
3.7. Chemical composition of the clayey sediments G-1 to G-7; a) major and minor elements; b) trace elements. <i>Figure 4 in the original</i> .	116
3.8. Photomicrographs of thin sections (100x, cross-polarised light): a) fragment of sandstone from the geological substrate at Tchingiz Tepe; b) clay G-1; c) clay G-2; d) clay G-3; e) clay G-4; f) clay G-5; g) clay G-6; h) clay G-7. Scale bars: 500 $\mu$ m. <i>Figure 5 in the original</i> .	120
3.9. Oriented aggregates XRD of the raw materials (G1 to G-6) in which the clay mineral phases are represented. Chl: chlorite; Kln: kaolinite; Mnt: montmorillonite; Ms: Muscovite. <i>Figure 6 in the original</i> .	121

3.10. a) Powder XRD patterns of sample G-7 fired at 800 and 950°C; b) Powder XRD patterns of three representative ceramics; Cal: calcite; Chl: chlorite; Di: diopside; Gh: gehlenite; Hem: hematite; Ilm: Ilmenite; Kfs: K-feldspar; Kln: kaolinite; Ms: muscovite; Pl: plagioclase; Qtz: quartz. <i>Figure 7 in the original.</i> . . . . .	122
3.11. Biplot of the first two principal components considering the wares and the clayey sediments from Termez. <i>Figure 8 in the original.</i> . . . . .	125
3.12. Photomicrographs of thin sections (100x, cross-polarised light) of representative sherds of ceramic artifacts from Termez. Scale bars: 500 $\mu\text{m}$ . <i>Figure 9 in the original.</i> . . . . .	129
3.13. SEM micrographs in secondary electron mode: a) TC-6: external surface with thin paint layer. b) TC-6: slip layer with intermediate vitrification. c) TP2-7: slip layer with extensive vitrification. d) TC-8: thin slip layer. <i>Figure 10 in the original.</i> . . . . .	134
3.14. a) Ternary diagram with $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ and $\text{CaO}+\text{MgO}$ concentrations. The black symbols correspond to average concentrations in the body and the white symbols to average concentrations in the slip. b) Ratios $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ versus $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ . c) Ratios $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ versus $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ . <i>Figure 11 in the original.</i> . . . . .	137
4.1. Comparativa de extractos de las figuras 24 y 45 de Stride (2005), representando las áreas agrícolas predominantemente irrigadas de la llanura del Alto Surkhan Daria (izquierda) y los pastos de verano y principales rutas de trashumancia en el norte de la provincia (derecha). . . . .	172
4.2. Reproducción de la figura 3, capítulo 6, página 302, de Franceschini (-@Franceschini2007). Subtítulo original: <i>Áreas de poblamiento de nómadas (naranja) y sedentarios (amarillo) en base al DEM obtenido del mapa topográfico 1:100000</i> (.Arece di popolamento dei nomadi (arancione) e dei sedentari (giallo) su base DEM ottenuta da mappa topografica 1:100000").	173
4.3. Reproducción de la Figura 7 de Alizadeh y Ur (2007). Subtítulo original: <i>Zonas de destrucción y preservación en la estepa Mughan (exagerado verticalmente). Ver figura 6 para la localización de esta sección ("Zones of destruction and preservation on the Mughan Steppe (vertically exaggerated). See Figure 6 for location of this section")</i> . . . . .	174

4.4.	Mecanismos considerados para exploración en el caso de estudio 5 del proyecto SimulPast. Se destacan aquellos que efectivamente se incluyen en los dos modelos publicados. . . . .	175
4.5.	The phases of the model . . . . .	208
4.6.	The dependencies between the assumptions of the model, as referenced in the text. Arrows point to the dependent assumption. . . . .	210
4.7.	The percentage of farming at equilibrium versus the ratio between overall intensities of land use. Each point represents data from a simulation with randomized parameters (see randomized experiments in Angourakis et al. 2014). The line and grey area represent a nonlinear regression curve (GAM method) and its standard error, respectively. . . . .	216
4.8.	The percentage of farming at equilibrium versus the overall external pressure (i.e., the extrinsic land use demand). Each point represents data from a simulation with randomized parameters (see randomized experiments in Angourakis et al. 2014). . . . .	217
4.9.	The percentage of farming at equilibrium versus the correspondent count of land use dilemma events. Each point represents data from a simulation with randomized parameters (see randomized experiments in Angourakis et al. 2014). The line and grey area represent a nonlinear regression curve (GAM method) and its standard error, respectively. . . . .	219
4.10.	The percentage of farming at equilibrium versus the correspondent mean independence of variants (0 equals no independence). Each point represents data from a simulation with randomized parameters (see randomized experiments in Angourakis et al. 2014). The line and grey area represent a nonlinear regression curve (GAM method) and its standard error, respectively. . . . .	220
5.1.	The wares analysed by SEM-EDS to investigate the surface treatments. Scale bar: 5 cm. <i>Figure S1 in the original.</i> . . . . .	290

---