

Simulating the past. Un modelo distribuido sobre etnogénesis y diversidad cultural

Juan A. Barceló^a, Maria Florencia Del Castillo Bernal^b, Francesc J. Miquel Quesada^c, Xavier Vilà^d, David Poza^e, Ricardo del Olmo^f, Igor Bogdánovic^a, Miquel Colobrán^a, Giacomo Capuzzo^g, Laura Mamelí Iriarte^a y Neus Isern^h

^a Dept. de Prehistoria. Universitat Autònoma de Barcelona.

^b INSTITUTO PATAGÓNICO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS -CONICET - CENPAT. Argentina.

^c Dept. Sociología. Universitat Autònoma de Barcelona.

^d Dept. d'Economia i Ha. Econòmic. Universitat Autònoma de Barcelona.

^e [INSISOC](#). Universidad de Valladolid.

^f [INSISOC](#). Universidad de Burgos.

^g UNIVERSIDAD LIBRE DE BRUSELAS (Bélgica). Faculty of Science. Laboratory of Anthropology and Human Genetics.

^h Dept. Física. Universitat de Girona.

La identidad étnica es una de las múltiples formas de la identidad colectiva, y se adscribe según unos criterios variables pero concretos a un grupo de personas que se consideran a sí mismas, y son consideradas por otras personas, como verdaderamente diferentes. Entre las principales propiedades de esa diferencia cabe mencionar una herencia que se supone común y unas características *culturales* específicas, compartidas entre los y las integrantes del grupo. La emergencia de esa forma de identificación es la consecuencia de diferentes procesos históricos y mecanismos sociales que actúan en el seno de las redes de interacción. La etnicidad no es una realidad ontológica, sino epistemológica – no es un objeto en el mundo, es una perspectiva sobre el mundo.

La Arqueología ha abordado este estudio desde los inicios mismos de la disciplina. De hecho, el concepto mismo de “eticidad” y de “semejanza cultural” se ha utilizado como explicación global de las semejanzas y diferencias apreciables en el registro arqueológico. Aún hoy en día, trayectorias históricas de mayor o menor continuidad se encierran en bloques delimitados, definidos por la presencia de determinada recurrencia presuntamente “cultural” y cuya función “étnica” se considera subjetivamente evidente. La misma dirección han tomado recientemente los estudios sobre variabilidad del ADN mitocondrial y otros marcadores biológicos, con una fuerte insistencia en la identificación de patrones geográficos en la diversidad genética y fenotípica de las poblaciones prehistóricas, proclamando la existencia de una variabilidad genética en el pasado que se sostiene sobre las mismas bases que la variación cultural observada en el presente.

Quizás sea la inercia académica la que ha conservado algunos de los aspectos “narrativos” de las viejas tradiciones histórico-culturales, habiendo variado el fondo de lo narrado. Pero el hecho de perpetuar una narrativa caduca confunde más que ayuda y nos hace ver que nada ha cambiado. Nuestro objetivo fue, desde sus inicios, replantear la manera cómo se ha abordado en Arqueología el tema de la diversidad cultural y de la etnogénesis. Ante los sesgos de todo tipo de los enfoques usuales, iniciamos un análisis crítico en profundidad y nos replanteamos la metodología a seguir.

Empezamos a trabajar en estos temas en 2004, especialmente en relación a nuestros trabajos arqueológicos en Patagonia. En un primer momento y para superar esa narratividad subjetiva, usual en muchos trabajos arqueológicos, abordamos la investigación en términos formales y rigurosos, a partir de las herramientas propias de la arqueología cuantitativa: el análisis estadístico multidimensional y la geoestadística. Por un lado, el uso de coeficientes de similitud y técnicas de clasificación no-lineal nos permitía abordar el estudio de la “semejanza/

diferencia” entre objetos arqueológicos en un sentido “politético” que entroncaba perfectamente con la definición que diera Bourdieu a la noción de *habitus* para estudiar la semejanza “cultural”. Por otro lado, técnicas de geoestadística, basadas en la detección de autocorrelación espacial y anisotropía, así como la detección de puntos atractores/repulsores en el espacio geográfico por medio de algoritmos de interpolación espacial nos permitió abordar de una manera ciertamente innovadora, el concepto mismo de “frontera”, clave para entender la etnogénesis y la formación de grupos “culturales” o “étnicos”.

Desde un inicio, identificamos como uno de los principales problemas la herencia de la arqueología histórico-cultural, fundamentalmente en el uso de la ecuación *unidad tipológica = unidad cultural = grupo/colectivo = grupo étnico*. Así se han generado clasificaciones materiales para descubrir presuntos *límites culturales*, como sustitutos de grupos étnicos. Nuestro planteamiento partía de la consideración de que la tan frecuentemente utilizada tipología de artefactos no puede ponerse en relación directa con los procesos sociales de diferenciación cultural, ya que en las tipologías la subjetividad del investigador impone agrupaciones que nunca existieron en el pasado. El problema no está en el concepto de *similitud*, ya que la etnicidad se expresa en términos de semejanza cultural. Ahora bien, lo que el arqueólogo o arqueóloga percibe como *semejante* no tiene por qué ser lo mismo que en el pasado se percibió como semejante, es decir que el criterio de semejanza aplicado hoy no es el mismo criterio significativo que en el pasado. Por ese motivo, si pretendemos determinar grupos de personas que se *sentían* más semejantes entre sí que con personas de otros grupos, debemos adoptar métodos de análisis de semejanza que sean objetivos. La estadística y las ciencias de la computación nos ofrecen esos métodos. Nuestra innovación consistía en aplicar métodos de análisis novedosos, basados en la investigación reciente en inteligencia artificial y aprendizaje automático ([Barceló, 2009](#)).

Por esas mismas fechas, empezaron una serie de reuniones de trabajo en la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) entre miembros de grupos de investigación en sociología analítica, teoría económica, computación distribuida, antropología y arqueología cuantitativa. En esas reuniones se presentaron algunos elementos iniciales de nuestro trabajo, en especial el uso de redes neuronales como método alternativo de clasificación y de interpolación espacial.

Fruto del trabajo conjunto y, ya en ese momento, intrínsecamente interdisciplinar, fue la publicación de los fundamentos metodológicos en el ámbito arqueológico, ya que se trataba, en aquel momento de un enfoque novedoso ([Barceló et al. 2009](#); [2010a](#); [Barceló et al., 2010](#) ;[Del Castillo et al., 2010](#)).

En esas reuniones, en un principio informales, conocimos investigadores e investigadoras interesados en temas muy semejantes, pero desde otras perspectivas. Al ampliar nuestros referentes, sobre todo en aspectos metodológicos, empezamos a pensar en la conveniencia de una red de intercambio a nivel nacional, que cristalizó en el proyecto “EconoSocioFísica”, coordinado desde la Universidad Carlos III de Madrid. La reunión de septiembre del 2009, organizada por nosotros (Dept. de Sociología y Dept. de Prehistoria de la UAB) fue especialmente relevante. A diferencia de un congreso científico al uso, las presentaciones eran ideas de proyectos a la búsqueda de metodologías. De las discusiones en esa reunión surgió un grupo de trabajo inicial formado por prehistoriadores/sociólogos/ economistas/informáticos, con la idea bien clara de trabajar en el ámbito de una “sociofísica” de la etnicidad en Patagonia.

Especialmente importante en nuestra investigación es la explicación de los mecanismos de interacción social, esto es, cómo la gente se puso en contacto con otra gente, intercambiando información de manera colectiva y modificando su actividad como consecuencia de la actividad de otros grupos humanos. Por el énfasis en las dinámicas de interacción social decidimos utilizar la metodología de Modelización Basada en Agentes (ABM) como una forma de construir una sociedad artificial. Estos sistemas son efectivos para la representación de la interacción entre agentes y para comprender los comportamientos emergentes de estas interacciones de los sistemas sociales complejos a través del tiempo. La participación de ingenieros de la Universidad de Burgos y del INSISOC (Ingeniería de los Sistemas Sociales) en el grupo de trabajo nos permitió abordar los modelos ABM en tanto que herramienta muy importante para observar y registrar la conducta posible de una activi-

dad social explorando con modelos abstractos y simplificados de los sistemas sociales, validados a partir de la comparación de los resultados de la simulación con el registro material disponible. De este modo, el pasado se hace accesible a través del filtro de una imitación construida por razonamiento inverso, es decir, a partir de los efectos materiales observables de las acciones humanas que tuvieron lugar en el pasado y que se han conservado en el presente en el registro arqueológico. No estábamos interesados en crear un programa informático que “imitase” a las bandas de cazadores recolectores, nuestra simulación intenta poner en evidencia los mecanismos que subyacen a la dinámica de la organización social. Los frutos de esta primera colaboración se publicaron en Barceló et al., [2010a](#) y [2010b](#).

En tanto que especialistas en arqueología cuantitativa y en sociología analítica, partíamos de un conocimiento previo de este tipo de modelos y aún de la programación en NetLogo (<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>). Ahora bien, la incorporación de ingenieros-programadores con experiencia práctica en resolver problemas similares, y de sociólogos con interés en la programación de “sociedades artificiales” para experimentar con hipótesis analíticas alternativas, resultó fundamental para el avance del proyecto. Si bien suele decirse que no hay diálogo posible entre ciencias humanas, ciencias sociales y ciencias de la computación, nosotros partíamos de la ventaja de que los especialistas en ciencias humanas y sociales del grupo ya conocían las bases metodológicas y los lenguajes de programación. “Hablabamos el mismo idioma”. Y para aquello que fuese necesario formalizar aún más, disponíamos de un matemático especialista en teoría económica que contribuyó a llenar los posibles huecos en el diálogo.

La experiencia positiva de aquellas reuniones nos llevó a sugerir a otros compañeros/compañeras en arqueología, que trabajaban en temas distintos, pero relacionados en cierto sentido con el nuestro, que intentaran un enfoque interdisciplinario colaborativo semejante. Y así nació el proyecto *Social and environmental transitions: Simulating the past to understand human behaviour*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, subprograma de proyectos de investigación CONSOLIDER-Ingenio 2010, que formaba parte del VI Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 (CSD2010-00034/). Durante los 5 años de duración del proyecto (y otros dos años de prórroga), pudimos colaborar con otros grupos de investigación de 11 instituciones distintas, y con especialidades que iban, de la prehistoria, la arqueología, la antropología, a las ciencias de computación, física, sociología analítica, ingeniería e inteligencia artificial ([Caro et al. 2013](#)).

En reuniones informales, los especialistas en prehistoria, antropología, arqueología y sociología abordamos cuestiones teóricas fundamentales, especialmente en epistemología, acerca de lo que significaba construir una “sociedad artificial”. Estos esfuerzos iniciales fueron muy importantes para el desarrollo de las bases teóricas de nuestro proyecto, como pone de manifiesto la tesis doctoral de [Igor Bodganovic \(2011\)](#), de contenido esencialmente teórico sobre el tema de la construcción de la etnicidad, y cuya redacción final coincidió con la discusión teórica inicial del proyecto interdisciplinario.

La inclusión en el marco del proyecto CONSOLIDER conllevó cambios menores en la constitución del grupo de trabajo de nuestro modelo referido a la etnicidad de las sociedades cazadoras-recolectoras de Patagonia. Sucesivas reuniones con nuevos ingenieros especialistas en la programación de modelos basados en agentes nos permitió actualizar el código y resolver problemas y limitaciones de la implementación inicial. Los primeros resultados obtenidos constituyeron parte de la tesis doctoral de [Florencia Del Castillo \(2012\)](#), a la cual siguieron otras publicaciones relevantes (Barceló et al [2014](#); [2015](#); Del Castillo et al., [2013](#); [2014](#)).

Al final del periodo de ejecución del proyecto *SimulPast*, la simulación computacional prevista estaba implementada, y un acceso abierto a dicho código fue asegurado:

- COMSES:
 - <https://www.comses.net/codebases/f16c9d1c-8c90-42dd-9ef4-d2f5980ac8a8/releases/1.0.0/>
- NETLOGO:

- <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/Hunter%20Gatherer%20Survival>

En los años de prórroga del proyecto realizamos un riguroso barrido paramétrico de las distintas variables y factores determinantes (Barceló & Colobrán, 2016; Barceló & Del Castillo, 2020). Al mismo tiempo se trabajó en profundidad aquellas variables sociológicas que nos permiten evaluar los resultados de la simulación, esto es, una medición precisa de la dinámica de la diversidad cultural, en términos de fraccionalización y polarización de sociedades en proceso de separación cultural (Barceló et al. 2019). En esta nueva redimensión del proyecto, la colaboración con especialistas en sociología analítica y teoría económica fue de la mayor relevancia. Igualmente, interesante en la fase de evaluación y contrastación ha sido la implementación alternativa del modelo de etnogénesis y diferenciación cultural usando otra técnica de simulación, redes bayesianas (Barceló et al., 2015).

Desde un inicio, el proyecto tuvo como eje central la simulación de dinámicas sociales en poblaciones cazadoras-recolectoras, usando datos específicos, arqueológicos y etnohistóricos, de Patagonia Continental para su calibración –diseño de escenarios iniciales o *setup*– y validación empírica. Los resultados que se fueron obteniendo nos animaron a ensayar idéntica metodología en otro caso de estudio, la Edad del Bronce en Europa Occidental, un escenario histórico preciso en el que se había contrastado la llegada de una nueva población con una cultura específica –*Campos de Urnas*– que impactó de manera determinante sobre la población original del territorio estudiado. Otra de las tesis doctorales que se desarrollaron a lo largo del proyecto se centró en esos temas (Capuzzo, 2014). Este caso de estudio nos llevó a desarrollar metodologías de análisis geoestadístico y cronoestadístico que hasta ese momento no habían sido necesarias. Al tratarse de un caso de estudio más preciso temporalmente nos vimos obligados a trabajar en detalle los elementos temporales de la dinámica estudiada, así como estimaciones demográficas basadas en datos arqueológicos usando técnicas estadísticas dentro de lo que se conoce como *Event History Analysis* (Barceló et al., 2014; Barceló et al. 2015; Capuzzo & Barceló 2015; Barceló et al. 2016, Capuzzo et al. 2018, 2020). Por otro lado, actualizamos técnicas geoestadísticas para poder analizar con mayor precisión los efectos de la movilidad/sedentariedad de poblaciones en el grado de semejanza/diferencia cultural (Negre et al., 2017; Achino & Barceló, 2018). En esta fase de nuestras investigaciones, finalizado formalmente el proyecto *SimulPast*, continuamos colaborando con alguno de los grupos de dicho proyecto, en concreto con el grupo de investigación en Física de Sistemas Complejos de la Universitat de Girona (J. Fort, N. Isern). Fruto de esa colaboración fue la consolidación de un Grupo de Investigación Reconocido y Financiado por la Generalitat de Catalunya (2017SGR243 Tecnologías Digitales para la Arqueología Social, TEDAS. Investigador Principal, J.A. Barceló), en el que aún perduran y se han consolidado sinergias que se crearon en el momento de creación del proyecto *SimulPast*.

Si contamos desde los inicios de esta línea de investigación, en 2008, cuando nos planteamos la temática y empezamos a experimentar metodologías innovadoras y a buscar contactos con grupos de trabajo interdisciplinarios que convergieron en el proyecto *SimulPast*, hasta el presente, son 12 años de esfuerzo y desarrollo. Lo que hemos aprendido en este tiempo nos ha permitido ir más allá de los resultados propios de un proyecto de investigación y abordar trabajos de síntesis y divulgación sobre arqueología cuantitativa y la aplicación de la simulación computacional en estudios arqueológicos e históricos (Barceló & Bogdanovic 2015; Barceló & del Castillo 2015, 2017; Barceló, 2016, 2017; Barceló & Morell, 2020).

Dado el trabajo previo del que se partía, del conocimiento en materia de matemáticas, lógica y programación por parte de la mayoría de especialistas en arqueología, prehistoria y ciencias sociales, a la cuidada combinación de especialistas en los grupos de trabajo, cabe afirmar que no se produjeron dificultades en el trabajo interdisciplinario. Es cierto que algunas de las primeras implementaciones informáticas resultaban erróneas. Por eso planificamos sesiones de discusión y de análisis de errores con un protocolo muy riguroso de contrastación, en donde se pusieron de manifiesto errores y problemas. Más serios fueron los problemas tecnológicos al final del proyecto, sobre todo, inmediatamente después del fin del proyecto propiamente dicho y cuando explotamos los resultados. En nuestro exhaustivo barrido paramétrico planificamos la repetición de las simu-

laciones con el fin de poner de manifiesto los componentes meramente estocásticos del modelo propuesto. Al generar un mínimo de 30 repeticiones para cada una de las configuraciones de parámetros libres nos vimos obligados a simplificar en exceso el código informático para evitar cuellos de botella en el cálculo de índices. Se demostró que esa estrategia, ideada para maximizar los recursos disponibles, no fue eficaz. Obtuvimos más de 3.5 Tb de datos que iban mucho más allá de nuestra capacidad de procesamiento. Hubiésemos necesitado de cálculos con superordenador, pero la manera como estaban organizados los grupos de trabajo, y el hecho de que ya había concluido la financiación del proyecto, impidió que trabajáramos a fondo con el Barcelona Supercomputing Center para la resolución de esta dificultad.

Referencias

Achino, K.F., Barceló, J.A. (2018). Spatial Prediction: Reconstructing the «spatiality» of social activities at the intra-site scale». *Journal Of Archaeological Method and Theory*. <https://doi.org/10.1007/s10816-018-9367-1>.

Caro, J., Zurro, D., Rondelli, B., Balbo, A. L., Rubio, X., Barceló, J. A., Briz, I., Fort, J, Madella, M. (2013). SimulPast: Un laboratorio virtual para el análisis de las dinámicas históricas, *Archeologia e Calcolatori* 24, 265-281. ISSN 1120-6861.

Barceló, J.A. (2009). *Computational Intelligence in Archaeology*. Hershey, New York: The IGI Group.

Barceló, J.A. (2010). Sociedades artificiales para el análisis de procesos sociales en la Prehistoria. *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*. Vol. 20., pp. 123-148.

Barceló, J.A. (2016) The Role of Computers to Understand the Past. The case of Archaeological Research. *Information technology* (DeGruyter), 58(2), 104-111. <https://doi.org/10.1515/itit-2015-0034>.

Barceló, J.A. (2017). Using Computational Methods to Understand the Past in The Present. *Glob J Arch & Anthropol*. 2017; 1(2), 555558.

Barceló, J.A., Bogdanovic, I. (2015). *Mathematics and Archaeology*. CRC Press.

Barceló, J.A., Bogdanovic, I., Del Castillo, F., (2010-2011). Etnicidad en la prehistoria neolítica. Un estudio computacional, *Rubricatum, Revista del Museu de Gavà*. vol. 5, pp. 531-539.

Barceló, J.A., Capuzzo, G., Bogdanovic, I. (2014). «Modeling Expansive Phenomena in early Complex Societies. The Transition from Bronze to Iron Age in Prehistoric Europe». *Journal of Archaeological Method and Theory*.

Barceló, J.A., Capuzzo, G., Del Castillo, F., Morell, B., Negre, J. (2015). Explaining the Adoption of «Innovations» in Western Europe during Bronze Age: Towards an Agent-Based Simulation. In CAA 2014, 21st century Archaeology F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert (eds.), pp. 623-630. Oxford, ArchoPress, ISBN 978-1-78491-100-3.

Barceló, J.A., Capuzzo, G., Morell, B., Achino, F., Lozano, A. (2016). The Statistics of Time-to-Event. Integrating the Bayesian Analysis of Radiocarbon Data and Event History Analysis Methods. En *Keep the Revolution Going. Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Edited by S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero and M. Cirillo. Università di Siena and ArchoPress (ISBN 978 1 78491 337 3).

Barceló, J.A., Colobrán, M. (2016). «Everything seems possible: Exploring the parametric space of a simulated prehistoric scenario?». Conferencia presentada en la *Roundtable on methodological challenges of modelling complex systems. Computer Applications in Archaeology Conference*. University of Oslo.

Barceló, J.A., Cuesta, J.A, del Castillo, F., Galán, J.M., Mameli, L., Miguel, F., Santos, J. I., Vilà, X. (2010a). Patagonian Ethnogenesis: towards a computational simulation approach. *Proceedings of the 3rd World Congress on*

Social Simulation WCSS2010 CD-ROM. Kassel: Center for Environmental Systems Research, University of Kassel; pp. 1-9.

Barceló, J.A., Cuesta, J.A., del Castillo, F. Galán, J.M., Mameli, L., Miguel, F., Santos, J. I., Vilà, X. [2010b] Publicado en 2013, *Simulating Prehistoric Ethnicity. The case of Patagonian hunter-gatherers. Fusion of Cultures. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Edited by F.J. Melero, M. Farjas and F. Contreras. Oxford: ArchaeoPress (British Archaeological reports S2494), pp. 137-144.

Barceló, J.A., Del Castillo Bernal, F., I. (2015). *Simulating Prehistoric and Ancient Worlds*. New York/Berlin, Springer Verlag

Barceló, J.A., Del Castillo, F. (2017). «La arqueología y las máquinas para pensar». En *Arqueología Computacional*. Edited by D. Jiménez-Badillo. Mexico: Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp.39-50.

Barceló, J.A.; Del Castillo, F.; Mameli, L.; Moreno, E. (2009) The Computer Simulation of Social Dynamics and Historical Evolution. The case of «Prehistoric» Patagonia. In *Social Simulation and Artificial Societies Analysis*. Edited by F.J. Miguel Quesada, Aachen: CEUR-Workshop Vol. 442 (<http://CEUR-WS.org/Vol-442/>).

Barceló, J.A., Del Castillo, F., Del Olmo, R., Mameli, L., Miguel Quesada, F.J., Poza, D., Vilà, X., 2014, «Social Interaction in Hunter-Gatherer Societies: Simulating the Consequences of Cooperation and Social Aggregation». *Social Science Computer Review*, vol. 32 no. 3, 417-436.

Barceló, J.A., Del Castillo, F., Del Olmo, R., Mameli, L., Miguel Quesada, F.J., Poza, D., Vila, X. (2015). *Simulating Patagonian Territoriality in prehistory: Space, Frontiers and networks among Hunter-gatherers*. In *Agent-based Modeling and Simulation in Archaeology*. Edited by G. Wurzer, K. Kowarik and H. Reschreiter. Springer-Verlag, Berlin-New York. Advances in geographic Information Science. pp. 243-289.

Barceló, J.A., Del Castillo, F., Mameli, L. (2015). The Probabilities of prehistoric events: A Bayesian network. In *Mathematics and Archaeology*. Edited by J.A. Barceló and I. Bogdanovic. CRC Press, Boca Raton (FL), pp.464-484

Barceló, J. A., Del Castillo, F., Mameli, L., Miguel, F. J., & Vilà, X.. (2019). From Culture Difference To A Measure Of Ethnogenesis. The Limits Of Archaeological Inquiry. In M. Saqualli & Linder, V. (Eds.), *Integrating qualitative and social science factors in archaeological modelling*. Berlin: Springer-Verlag.

Barceló, J.A., Del Castillo, F., (2020). When all agents die. Analyzing the “failures” in an agent-based model of human foraging. En *Digital archaeologies, material worlds (Past and Present) Proceedings of the CAA2017 Conference*. Atlanta (USA). Georgia State University.

Barceló, J.A., Morell, B. (2020). *Métodos cronométricos en Arqueología, Historia y Paleontología*. Madrid. Editorial Dextra.

Bodganovic, I. (2011). *La instrumentalizació del passat en el present. La construcció de les identitats collectives dels Balcans centrals en la història de l'arqueologia sèrbia*. Tesis Doctoral. Univ. Autònoma de Barcelona.

Capuzzo, G. (2014). *Space-temporal analysis of radiocarbon evidence and associated archaeological record: from Danube to Ebro rivers and from Bronze to Iron Ages*. Tesis Doctoral. Univ. Autònoma de Barcelona.

Capuzzo, G., Achino, K., Barceló, J.A. (2020), «Ridefinendo il concetto di facies: un approccio quantitativo». En *Facies e culture nell' età del Bronzo italiana? Editado por J. Danckers, C. Cavazzuti y M. Cattani*. Bruxelles-Roma, Istituto Storico Belga di Roma. pp. 93-102.

Capuzzo G, Barceló J.A. (2015). Cremation burials in Central and Western Europe: quantifying an adoption of innovation in the 2nd millennium BC. In: Kneisel J, Nakoinz O, Barcelo J, editors. *Turning Points and Change in Bronze Age Europe (2400 – 800 BC). Modes of change – inhumation versus cremation in Bronze Age burial rites. Proceedings of the International Workshop «Socio-Environmental Dynamics over the Last 12,000 Years: The*

Creation of Landscapes IV (24th-27th March 2015) in Kiel. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie.

Capuzzo G, Zanon M, Dal Corso M, Kirleis W, Barceló J.A. (2018). Highly diverse Bronze Age population dynamics in Central-Southern Europe and their response to regional climatic patterns. PLoS ONE 13(8): e0200709. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200709>

Del Castillo Bernal, F. (2012). *Modelando la Heterogeneidad Étnica y la Diversidad Cultural en Arqueología de Cazadores Recolectores Patagónicos. Aproximaciones desde la Simulación Computacional y los Modelos Basados en Agentes*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

Del Castillo, F., Barceló, J.A., Mameli, L., Moreno, E. (2010). Etnicidad en cazadores-recolectores patagónicos: Enfoques desde la simulación computacional, *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 12., pp. 35-58.

Del Castillo, M.F., Barceló, J.A., Mameli, L., (2013). «Formalización y Dinámica Social: La Simulación Computacional en Arqueología». *Revista Atek Na* vol. 3, pp. 33-71. (ISSN:1668-1479).

Del Castillo, F., Barceló, J.A. (2013). "Why hunter and gatherers did not die more often? Simulating prehistoric decision making". *Archaeology in the Digital Era*. Edited by Graeme Earl, Tim Sly, Angeliki Chrysanthi, Patricia Murrieta-Flores, Constantinos Papadopoulos, Iza Romanowska and David Wheatley. Amsterdam University Press. (ISBN: 978 90 8964 663 7).

Del Castillo, F., Barceló, J.A., Mameli, L., Miguel Quesada, F.J., Vila, X. (2014). Modeling Mechanisms of Cultural Diversity and Ethnicity in Hunter-Gatherers. *Journal of Archaeological Method and Theory*. <https://doi.org/10.1007/s10816-013-9199-y>.

Negre, J, Muñoz, F, Barceló, J.A., (2017). A Cost-Based Ripley's K Function to Assess Social Strategies in Settlement Patterning. *Journal of Archaeological Method Theory*. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9358-7>

