

FUNDAMENTOS DE LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES II

Pascual Izquierdo-Egea



ADVANCES IN ARCHAEOLOGY 7 • ISSN 2254-187X

FUNDAMENTOS DE LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES II

CORINTO Y LAS FLUCTUACIONES DE LA ECONOMÍA GRIEGA DURANTE EL SIGLO V ANTES DE NUESTRA ERA. *Corinth and the Fluctuations of Greek Economy during the 5th Century BC* (p. 3).

LESLIE A. WHITE Y LA MEDICIÓN OBJETIVA DEL CAMBIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD. *Leslie A. White and the Objective Measurement of Human Culture Change* (p. 13).

IMPLEMENTANDO UNA ECUACIÓN ESTADÍSTICA PARA MEDIR EL COLAPSO EN LA ANTIGUA MESOAMÉRICA. *Implementing a Statistical Equation to Measure Collapse in Ancient Mesoamerica* (p. 17).

UNA COMPARACIÓN ENTRE TRANSICIONES DE FASE Y CONFLICTOS SOCIALES APLICADA A LAS ANTIGUAS CIVILIZACIONES MESOAMERICANAS. *A Comparison between Phase Transitions and Social Conflicts Applied to the Ancient Mesoamerican Civilizations* (p. 21).

UNA ECUACIÓN ESTADÍSTICA PARA MEDIR EL RIESGO DE GUERRA EN LA MESOAMÉRICA PREHISPÁNICA. *A Statistical Equation to Measure the War Risk in Pre-Hispanic Mesoamerica* (p. 26).

BOLTZMANN Y LA CONEXIÓN DE LA TERMODINÁMICA CON LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *Boltzmann and the Connection of Thermodynamics with the Archaeology of Social Phenomena* (p. 30).

MIDIENDO EL GRADO DE DESARROLLO URBANO A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO. *Measuring the Degree of Urban Development through the Mortuary Record* (p. 34).

SOBRE LA LEY FUNDAMENTAL DE LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *On the Fundamental Law of the Archaeology of Social Phenomena* (p. 38).

TERMODINÁMICA Y ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *Thermodynamics and the Archaeology of Social Phenomena* (p. 42).

SOBRE LA LEY DE LA CONFLICTIVIDAD EN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *On the Law of Conflict in the Archaeology of Social Phenomena* (p. 50).

NOMOTHETIC ARCHAEOLOGY: A REVOLUTION IN PROGRESS (p. 56).

¿CLASES SOCIALES EN LAS SOCIEDADES PRECAPITALISTAS? *Social Classes in Precapitalist Societies?* (p. 60).

TEOTIHUACAN Y LAS FLUCTUACIONES DE LA ECONOMÍA MESOAMERICANA. *Teotihuacan and the Fluctuations of Mesoamerican Economy* (p. 67).

SOBRE LA LEY DEL COLAPSO DE LAS CIVILIZACIONES SEGÚN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *On the Law of Collapse of Civilizations according to the Archaeology of Social Phenomena* (p. 81).

LA LEY DE LA DESIGUALDAD SOCIAL SEGÚN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES. *The Law of Social Inequality according to the Archaeology of Social Phenomena* (p. 87).

¿POR QUÉ ESPAÑA NO GANA NINGÚN PREMIO NOBEL CIENTÍFICO? *Why Will Spain Never Win a Nobel Prize in Science?* (p. 91).

SOBRE LA MECÁNICA DEL PROCESO DE COLAPSO DE LAS CIVILIZACIONES. *On the Mechanics of the Process of Collapse of Civilizations* (p. 93).

OBSERVING THE EVOLUTION OF ARGARIC CIVILIZATION THROUGH THE MORTUARY RECORD. *Observando la evolución de la civilización argárica a través del registro funerario* (p. 99).

ARQUEOLOGÍA DE LA IRREVERSIBILIDAD SOCIAL Y LAS CRISIS ECONÓMICAS. *Archaeology of Social Irreversibility and Economic Crises* (p. 105).

HOW TO IMPROVE OUR WORLD. *Cómo mejorar nuestro mundo* (p. 112).

ADVANCES IN ARCHAEOLOGY 7 • ISSN 2254–187X

<https://www.laiesken.net/advances/> – <https://purl.org/aa>
An Open Access Monograph Series publishing selections of articles
from the journal *Arqueología Iberoamericana* (ISSN 1989–4104).

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea [P. I. Egea]

© Pascual Izquierdo Egea, 2023. Pina de Ebro, Spain. CC BY 4.0 License.

Mail: <https://purl.org/aia/info>. Printed in Spain.

RESEARCH ADVANCE

CORINTO Y LAS FLUCTUACIONES DE LA ECONOMÍA GRIEGA DURANTE EL SIGLO V ANTES DE NUESTRA ERA

Corinth and the Fluctuations of Greek Economy during the 5th Century BC

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratorio de Arqueología Teórica, Graus, ES



Figura 1. Mapa físico de la cuenca mediterránea indicando, de este a oeste, la localización de Corinto (Grecia) y Ampurias (España).

RESUMEN. *La aplicación del método de valoración contextual al análisis del registro funerario de Corinto, representado por Lequeo (Grecia), confirma una fluctuación de la economía similar a la inferida para la Ampurias griega e Iberia durante todo el siglo V antes de nuestra era; integrada por la etapa de expansión de la primera mitad y la de contracción de la segunda parte de dicha centuria.*

PALABRAS CLAVE: *Corinto, Lequeo, fluctuaciones, economía griega, siglo V a. C., registro funerario.*

ABSTRACT. *Mortuary analysis using the contextual valuation method at Corinth (represented by Lechaion, Greece) confirms economic fluctuations similar to that inferred for the Greek Ampurias and Iberia throughout the 5th century BC. These fluctuations were integrated by a stage of expansion in the first half and of contraction in the second part of that century.*

KEYWORDS: *Corinth, Lechaion, fluctuations, Greek economy, 5th century BC, Mortuary record.*

Recibido: 8-12-2017. Aceptado: 15-12-2017. Publicado: 22-12-2017.

INTRODUCCIÓN

La necrópolis de *Lechaion* o Lequeo estaba junto al puerto homónimo —uno de los dos puertos antiguos— de Corinto, en la entrada a la península griega del Peloponeso. La trascendencia de este cementerio, según la evidencia aportada por los resultados obtenidos, se debe a la conexión inferida entre la dinámica económica de la Grecia del siglo V antes de nuestra era, observada en Corinto, y la del lejano Occidente durante ese mismo tiempo, en el otro extremo del Mediterráneo, representada por la colonia griega de Ampurias (Gerona, España) —la *Emporion* fundada por los focenses hacia el 575 a. C. (Domínguez 2010)— y la civilización ibérica (v. g. Izquierdo-Egea 2012b).

El propósito que guio la presente investigación fue el de arrojar luz sobre la probable relación entre la evolución económica de Grecia e Iberia a lo largo de la quinta centuria a. C., hipótesis formulada al confirmar anteriormente ese vínculo entre la Ampurias griega y la civilización ibérica en el siglo V antes de nuestra era (cf. Izquierdo-Egea 2012b).

METODOLOGÍA Y SELECCIÓN DE MUESTRAS CRONOLÓGICAS

El presente estudio sigue las directrices de una nueva disciplina de indiscutible utilidad científica, la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* (Izquierdo-Egea 2015a), nacida en torno al *método de valoración contextual*. Este se centra en el análisis del gasto funerario midiendo la variabilidad de los componentes mortuorios muebles que acompañaron a los difuntos en función de una serie de parámetros.

Los principios teóricos de esta metodología y su formulación matemática, incluyendo las técnicas instrumentales que la desarrollan,¹ vienen siendo difundidos a través de una copiosa bibliografía, de la cual se citan aquí las referencias fundamentales (Izquierdo-Egea 1993: 33-42; 1996-97: 107-111; 2012a: 33-62; 2013; 2015b; 2016),² cuya consulta es obligada para aden-

trarse en el procedimiento analítico seguido. Gracias a la medición del gasto funerario invertido en los ajueres de cada tumba, calculado a partir del valor contextual de sus componentes, se pueden observar fenómenos sociales como las fluctuaciones de la economía o la evolución de la desigualdad, la conflictividad o el nivel de recursos disponibles en una escala temporal definida por la serie de muestras cronológicas seleccionadas. Esa valiosa información aparece codificada en el registro material y las técnicas empleadas sirven para descifrarla.

Entre las variables analizadas, la más destacada es el *valor contextual* de un bien mortuario, a partir del cual se determina el *gasto funerario* consumido en el ajuer de cada enterramiento y el valor económico medio amortizado en cada muestra cronológica evaluada (*gasto funerario medio* o *riqueza relativa*). Para medir la desigualdad o diferenciación social se utiliza otro estadígrafo fundamental: el *coeficiente de variación* (CV), contrastándolo con el *coeficiente de Gini*. Ambas magnitudes se expresan en porcentajes, es decir, como índices. También se emplearon las curvas de Lorenz para observar la evolución de la desigualdad social.

Como siempre, el procedimiento analítico seguido se inicia con la selección de muestras cronológicas que cumplan los habituales criterios referidos al estado de conservación de las tumbas (intactas o bien conservadas) y la datación segura o fiable de las mismas.

Los componentes de los ajueres funerarios se codificaron como categorías particulares. Siguiendo una regla básica,³ se unificaron algunas de estas últimas como categorías intermedias o genéricas cuando el número de casos era reducido (Izquierdo-Egea 2012a: 58-62). A continuación, se introdujo la información obtenida en la base de datos del programa informático *NECRO* (Izquierdo-Egea 1991). Este fue el encargado de calcular tanto el valor contextual de las categorías de bienes como el gasto funerario medio invertido en los ajueres de las tumbas y en el conjunto temporal al cual pertenecían. Después se compararon los resultados proporcionados por las muestras analizadas, a fin de apreciar sus variaciones y aislar la tendencia de la serie cronológica para cada periodo. En concreto, las fluctuaciones económicas se aíslan al confrontar la riqueza relativa de cada muestra según su escala temporal. Posterior-

¹ Esta metodología nació hace más de veinticinco años. Es fácilmente accesible y ha sido ampliamente difundida. Se puede consultar libremente a través de la red de redes en cualquier momento. No hay excusa para no hacerlo.

² Además, todas esas publicaciones se encuentran compiladas en una sola obra para facilitar su lectura: el volumen *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I* (Izquierdo-Egea 2017).

³ Se codifican los componentes de los ajueres mortuorios como categorías particulares, intermedias o genéricas en función del número de casos. Es decir, se procede a agrupar varias categorías cuando sus frecuencias absolutas apenas superen un efectivo. Es una regla empírica ampliamente probada que evita distorsiones indeseables en los resultados.

mente, con el concurso de otra herramienta auxiliar de cálculo estadístico, el programa *SYSTAT* (VV. AA. 2007; Wilkinson 1990), se determinó el coeficiente de variación (CV) de cada muestra para estimar la desigualdad social. De igual manera, se utilizó un recurso en línea para determinar el índice de Gini y las curvas de Lorenz (Wessa 2016a, 2016b).

Seguidamente, a partir de los datos suministrados por los anteriores parámetros, se procedió a calcular la conflictividad social y estimar el nivel de recursos disponibles para cada uno de los periodos estudiados en la serie cronológica de Corinto representada por Lequeo. La observación estadística de estas últimas variables culmina la efectividad del análisis económico y social del registro funerario. De hecho, cuantificar la conflictividad social en función del tamaño de la población y los recursos disponibles para sostenerla constituye una herramienta teórica de gran ayuda a la hora de estudiar fenómenos tan relevantes como el colapso de las civilizaciones antiguas (Izquierdo-Egea 2015b: 15).⁴ En definitiva, la lectura de todos esos parámetros permite conocer a fondo las claves de los procesos sociales fosilizados en una parte esencial del registro material estudiado por los arqueólogos: los ajuares mortuorios.

Muestras cronológicas estudiadas

El muestreo, basado en el inventario y cronología de las tumbas publicadas por Eliot y Eliot (1968: 351-365), arroja las siguientes agrupaciones temporales para la serie analizada:

1. *Segunda mitad s. VI* (c. 550-500 a. C., N = 3): C 8, C 14, C 15.
2. *Primera mitad s. V* (c. 500-450 a. C., N = 6): B 10, B 21, B 22, C 3, C 10, C 16.
3. *Segunda mitad s. V* (c. 450-400 a. C., N = 2): C 6, C 11.

A pesar del reducido tamaño de las muestras, los resultados obtenidos son plenamente significativos y en-

cajan perfectamente en el contexto histórico de la Grecia del siglo V a. C. conocido a través de otras fuentes antiguas.

RESULTADOS: FLUCTUACIONES ECONÓMICAS EN CORINTO DURANTE EL SIGLO V A. C.

Según los parámetros analizados en la necrópolis de Lequeo (Corinto, Grecia), la primera mitad del siglo V antes de nuestra era registra un extraordinario incremento de la prosperidad económica indicado por el gasto funerario medio (472.76 %), el cual casi sextuplica su magnitud (véanse los resultados obtenidos en la tabla 1 y su ilustración gráfica en las figuras 2 y 3). Al mismo tiempo, desciende tanto la desigualdad social, estimada mediante el coeficiente de variación (-23.59 %) y el índice de Gini (-23.20 %),⁵ como la conflictividad social (-86.72 %) —medida por la conflictividad estructural, muy elevada en el periodo precedente debido al contexto bélico del momento, sobre el cual se abundará al abordar las correlaciones de los resultados— y el riesgo de colapso (cf. n. 4) de la sociedad se mantiene bastante bajo. Además, el enorme aumento del nivel de recursos disponibles (1408.12 %), observado a través de estos datos, coincide plenamente con la especial pujanza de la economía en ese momento. En función de todas estas variables, cabe afirmar que el destacado incremento de la población representada en la muestra —que ahora se duplica (100 %)— obedece claramente a un aumento demográfico, el cual encaja perfectamente en este marco socioeconómico de la primera mitad del siglo V a. C. en Lequeo (Corinto, Grecia), Ampurias e Iberia, como veremos más adelante.

Por el contrario, la segunda mitad de la quinta centuria antes de nuestra era acusa una grave crisis económica y social cuya huella material quedó registrada en los ajuares de las tumbas de Lequeo. Disminuye hasta la mitad la actividad económica según muestra el abrupto descenso del gasto funerario medio o riqueza relativa (-46.08 %), aunque lo más grave es el alarmante aumento de la desigualdad social, la cual duplica su

⁴ A principios de 2017 se alcanzó un nuevo hito metodológico al comprobar que la conflictividad dinámica (cf. Izquierdo-Egea 2015b: 11-12) es realmente *una medida del riesgo de colapso de la sociedad estudiada*. El hallazgo se produjo durante la primera fase de una investigación que tenía como objetivo establecer una ecuación estadística para medir el colapso maya, la cual verá la luz más adelante. Así pues, la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* sigue avanzando con firmeza. Ahora suma el *colapso* a la lista de parámetros sociales estudiados a partir del registro funerario: fluctuación de la economía, desigualdad, conflictividad, evolución demográfica y nivel de recursos disponibles.

⁵ La evolución de la desigualdad social expresada por las curvas de Lorenz (ver fig. 3) —obsérvese cómo cada curva se acerca o se aleja de la bisectriz según disminuyan o aumenten respectivamente las diferencias sociales— complementa los resultados obtenidos al calcular el índice de Gini y coincide plenamente con la oscilación del coeficiente de variación (ver fig. 2, 3).

Tabla 1. Resultados del análisis de la serie cronológica procedente de la necrópolis de Lequeo (Corinto, Grecia).

Periodo a. C.	GF	CV	Gini	B/T	N	CE	CD	RD
550/500	37,89	48,46	20,43	3,67	3	1,28		2,34
500/450	217,02	37,03	15,69	7,00	6	0,17	0,13	35,29
450/400	117,01	84,68	29,94	6,50	2	0,72	4,24	2,78

GF: gasto funerario medio, CV: coeficiente de variación (%), Gini: índice de Gini, B/T: bienes por tumba, N: tamaño de la muestra, CE: conflictividad estructural, CD: conflictividad dinámica, RD: recursos disponibles.

magnitud según indican el coeficiente de variación (128.68 %) y el índice de Gini (90.82 %). Asimismo, se dispara sobremedida la conflictividad social (323.53 %) y el riesgo de colapso de la sociedad (3161.54 %) (medidos respectivamente por la conflictividad estructural y la dinámica). La tremenda caída del nivel de recursos disponibles (-92.12 %) arroja más luz sobre la naturaleza de la gran depresión que asola Lequeo y Grecia en esa época (así como Ampurias e Iberia, como se verá seguidamente). Y la drástica reducción del tamaño de la población representada (-66.67 %) refleja un notorio descenso demográfico.

Microeconomía

Aunque el propósito del presente avance de investigación no era abordar la microeconomía ni estudiar comparativamente el valor de cambio⁶ de las cerámicas griegas de Ampurias (Iberia) y las de Corinto (Grecia) representadas por Lequeo, se efectuó una primera aproximación que deja entrever algunos datos relevantes, especialmente referidos a una lujosa pieza como es la *lekythos*, representante emblemática del repertorio vascular heleno.

La *lekythos* es el vaso más abundante tanto en Corinto como en Ampurias durante la etapa de prosperidad de la primera mitad del siglo V a. C. Exhibe la opulencia del momento. En ese mismo tiempo, esta mercancía importada se abarata drásticamente en Ampurias,⁷

⁶ El valor de cambio de un bien funerario, equivalente al valor contextual relativo, se obtiene dividiendo su valor contextual por el valor medio de todos los bienes integrantes de la muestra cronológica considerada.

⁷ Los datos empleados permanecían inéditos y proceden de un análisis funerario anterior, efectuado para estudiar las fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era (Izquierdo-Egea 2012b).

reduciendo su valor de cambio a menos de una tercera parte (0.42) del que tenía en la segunda mitad del siglo VI antes de nuestra era (1.37). Por su parte, el valor de cambio del *skyphos* se mantiene constante en Lequeo (Corinto) desde *c.* 550-500 a. C. (0.89) hasta *c.* 500-450 a. C. (0.87).

Ahora bien, durante la crisis de la segunda mitad de la quinta centuria antes de nuestra era, la *lekythos* se reduce de forma radical en Ampurias,⁸ pero no tanto en Corinto. En esa época duplica su valor de cambio en la ciudad griega asentada en el extremo nororiental de Iberia (1.07), mientras en Corinto se mantiene prácticamente inalterable (pasa de 0.59 a 0.52). Contrariamente, el *skyphos* no solo se encarece sino que también duplica su valor de cambio en Corinto (1.57).

CORRELACIONES: CORINTO, GRECIA, AMPURIAS E IBERIA EN EL SIGLO V ANTES DE NUESTRA ERA

Corinto y Grecia

Las inferencias realizadas a partir de los parámetros analizados sostienen que los fenómenos sociales codificados en el registro funerario de Corinto, representado por Lequeo, coinciden con los acontecimientos históricos que afectaron a la Grecia del siglo V a. C.

La sociedad corintia de la segunda mitad del siglo VI a. C. (cf. tabla 1) es más pobre, desigual y conflictiva que la de la primera mitad de la siguiente centuria. La prosperidad de este último periodo se debe a la extraordinaria pujanza de la economía, el descomunal in-

⁸ Es de suponer que como resultado de la guerra del Peloponeso que asola Grecia en ese tiempo, repercutiendo sobre el comercio a larga distancia hacia el lejano Occidente.

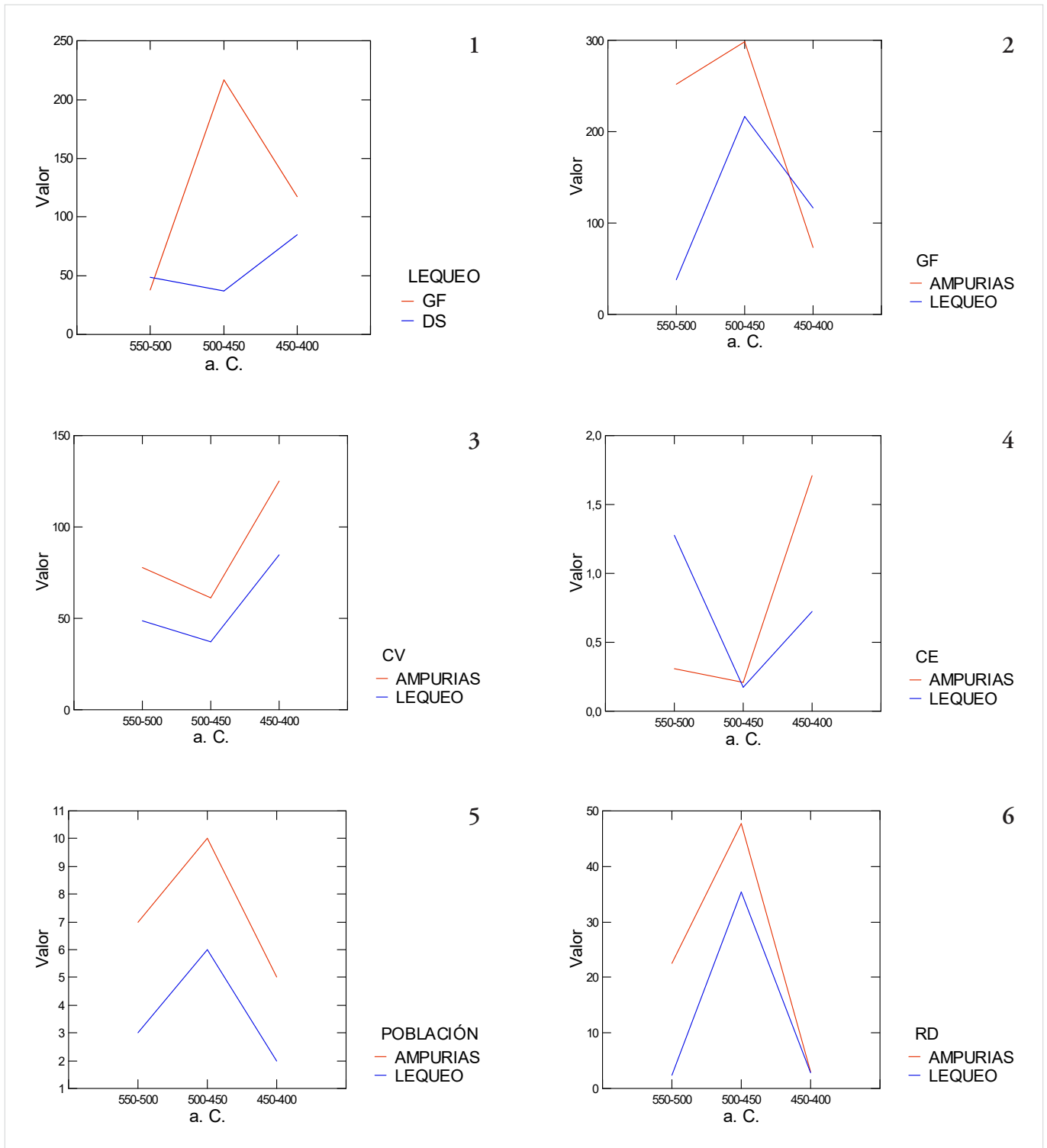


Figura 2. 1) Evolución del gasto funerario (GF) y la desigualdad social (DS) en Lequeo (Corinto, Grecia). 2) El gasto funerario (GF) en Ampurias (Gerona, España) y Lequeo. 3) La desigualdad social (CV) en Ampurias y Lequeo. 4) La conflictividad social (CE) en Ampurias y Lequeo. 5) Evolución de la población representada en Ampurias y Lequeo. 6) Oscilación del nivel de recursos disponibles (RD) estimado a partir del registro funerario de Ampurias y Lequeo.

crecimiento del nivel de recursos disponibles, el enorme crecimiento de la población, la disminución de la desigualdad social y la caída de la conflictividad interna. Todo ello confirma el notorio descenso del riesgo de colapso de la sociedad, a pesar de tener que soportar la

amenaza exterior entrañada por las guerras médicas que jalonan la primera parte del siglo V antes de nuestra era (Heródoto, V-IX). No ocurre lo mismo en la segunda mitad de dicha centuria, donde los indicadores materiales sí acusan el impacto de un contexto bélico

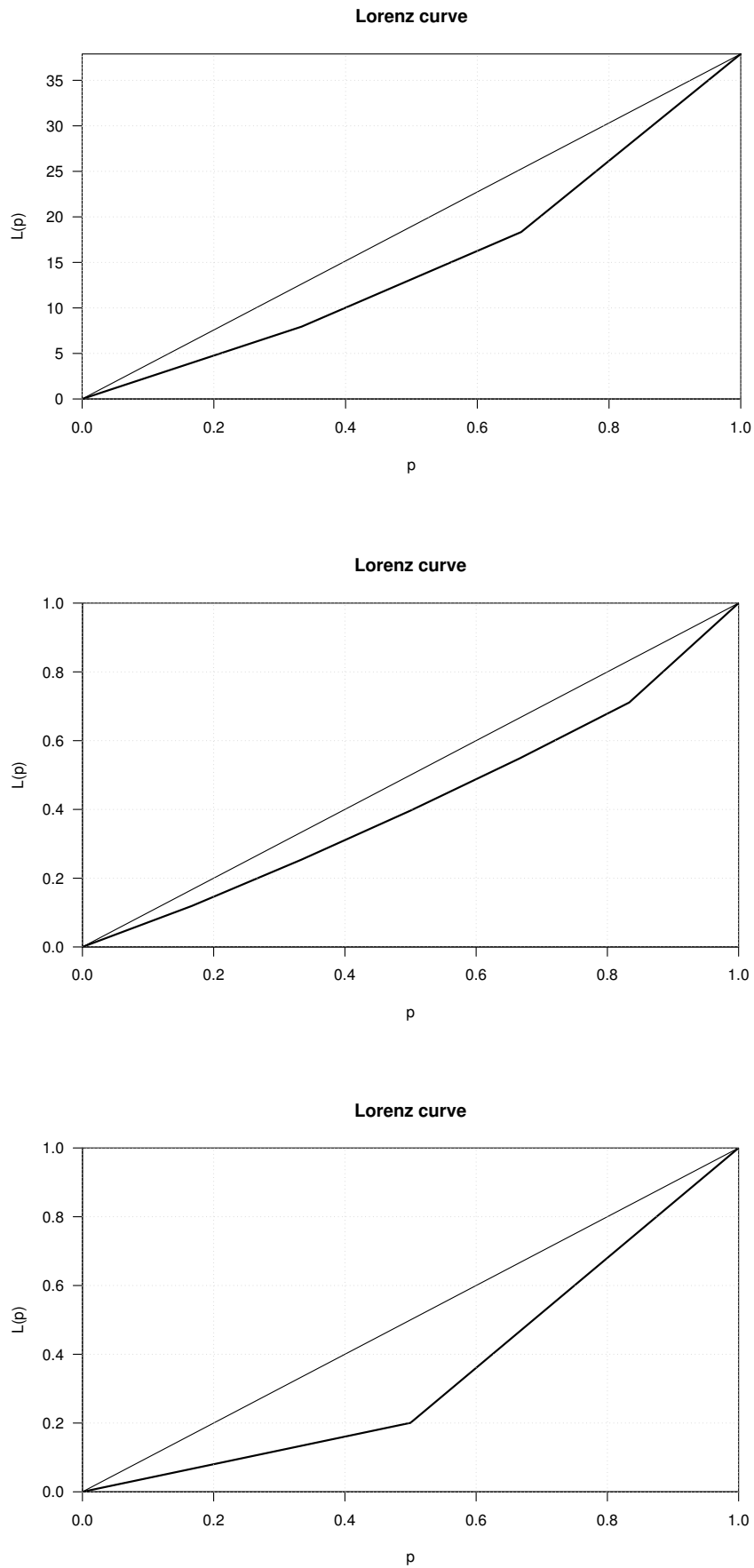


Figura 3. Curvas de Lorenz para los tres periodos analizados en la necrópolis de Leuke (Corinto, Grecia):
c. 550-500 a. C. (arriba), *c.* 500-450 a. C. (centro), *c.* 450-400 a. C. (abajo).

Tabla 2. Resultados del análisis de la serie cronológica 550-400 a. C. de las necrópolis de Ampurias (Gerona, España).

Periodo a. C.	GF	CV	Gini	B/T	N	CE	CD	RD
550/500	251,41	77,73	38,65	8,00	7	0,31		22,58
500/450	298,42	61,29	33,02	8,60	10	0,21	0,68	47,62
450/400	73,04	125,20	56,91	4,40	5	1,71	8,14	2,92

GF: gasto funerario medio, CV: coeficiente de variación (%), Gini: índice de Gini, B/T: bienes por tumba, N: tamaño de la muestra, CE: conflictividad estructural, CD: conflictividad dinámica, RD: recursos disponibles.

adverso que repercute directamente sobre la dinámica socioeconómica helena: un enfrentamiento civil entre griegos —Atenas y sus aliados contra Esparta y los suyos— conocido como la Guerra del Peloponeso (431-404 a. C.), bien documentado por Tucídides en su *Historia de la Guerra del Peloponeso* y Jenofonte en sus *Helénicas*. El registro funerario del puerto de Corinto muestra claramente los efectos negativos de esa lucha fratricida sobre la producción y el comercio.⁹

Como se ha visto antes, ahora se reduce a la mitad la actividad económica, se duplica la desigualdad social y se disparan la conflictividad y el riesgo de colapso. El drástico descenso del nivel de recursos disponibles y de la población representada confirman el desolador trance que atraviesa la civilización griega a lo largo del último tercio del siglo V antes de nuestra era.¹⁰

⁹ Abundando sobre las diferencias entre la primera y la segunda mitad del siglo V a. C. en Grecia, las guerras médicas unen a los griegos contra los persas, se desarrollan en un tiempo de expansión y bonanza económica y se centran en determinadas zonas. Por el contrario, la Guerra del Peloponeso es una lucha civil entre griegos y acontece en un tiempo de contracción y crisis; afecta a la mayor parte de Grecia y, esta vez de forma directa, a Corinto.

¹⁰ En lo que respecta a la Guerra del Peloponeso, además de las calamidades propias del enfrentamiento bélico (muerte, destrucción, hambre, enfermedad), es preciso considerar otras que se sumaron sorpresivamente para oscurecer todavía más el sombrío panorama que se cernía sobre la Grecia de ese tiempo. Por ejemplo, cuando la peste irrumpe en Atenas durante el segundo año de guerra (Tucídides, *Historia de la Guerra del Peloponeso*, II, 47). En el quinto año de la contienda, rebrota la epidemia en Atenas y acontecen terremotos en Grecia (III, 87). Nuevamente, al año siguiente, devienen más temblores de tierra, incluyendo letales maremotos y sunamis arrasando sectores de la costa (III, 89). Tucídides también relata la expedición ateniense contra Corinto en el séptimo año de guerra (IV, 42-45). Por su parte, Jenofonte destaca que Corinto estaba harta de estar en primera línea de combate y ser devastada por ello; para atajar el riesgo de una defecación, los atenienses y sus aliados masacraron a los descontentos (*Helénicas*, IV, 4, 1-2).

Ampurias e Iberia

Las evidencias que aporta la presente investigación contribuyen a reforzar tanto la conexión socioeconómica entre Corinto y Ampurias como entre Grecia e Iberia a lo largo del siglo V antes de nuestra era.¹¹ De hecho, al comparar Corinto con la Ampurias griega situada en el lejano oeste, en el otro extremo del Mediterráneo, hay plena coincidencia en la evolución temporal de todas las variables analizadas: gasto funerario medio o riqueza relativa, desigualdad social, población representada, conflictividad social y nivel de recursos disponibles.

Se puede observar dicha coincidencia confrontando las tablas 1 y 2. Esta última muestra los parámetros medidos para Ampurias y amplía los resultados obtenidos en un estudio anterior (Izquierdo-Egea 2012b). En función de estos datos, se aprecia que la bonanza económica en la Ampurias de la primera mitad del siglo V a. C. (18.70 %) es muy inferior a la registrada en Corinto en esa misma época (472.76 %). El descenso de la desigualdad social según el coeficiente de variación (-21.15 %) y el índice de Gini (-14.57 %) es similar al de Lequeo. Asimismo, la disminución de la conflictividad social (-32.26 %) en Ampurias es bastante menor a la registrada en Corinto (-86.72 %). Por su parte, el nivel de recursos disponibles crece significativamente (110.89 %), aunque mucho menos que en Lequeo (1408.12 %), y el incremento demográfico emporitano (42.86 %) es inferior al corintio (100 %) según la población representada en las muestras funerarias analizadas.

¹¹ Estas evidencias son mucho más consistentes que los exóticos indicios materiales aportados por los broches de cinturón ibéricos hallados en la Grecia del siglo V, revelando la presencia de mercenarios íberos en tierras helenas (v. g. García y Bellido 1934: lámina V; 1974: 201, figs. 1-2).

El impacto de la crisis de la segunda mitad del siglo V a. C. en la Ampurias griega es mayor (-75.52 %) que en el puerto de Corinto (-46.08 %) según indica el gasto funerario medio. La desigualdad social, tal como ocurre en Lequeo, experimenta un incremento anormal —medido por el coeficiente de variación (104.27 %) y el índice de Gini (72.35 %)— en contexto adverso. Por su parte, la conflictividad social crece de forma desmesurada (714.29 %), superando con creces la medición efectuada en Corinto (323.53 %). El riesgo de colapso, estimado por la conflictividad dinámica, alcanza en la Ampurias griega un nivel muy elevado (1097.06 %), tal como ocurre en el puerto de Corinto, aunque en este último lugar es todavía mucho mayor como ya se vio anteriormente (*vide supra*). El nivel de recursos disponibles cae en picado en Ampurias a lo largo de la segunda mitad de dicha centuria (-93.87 %), siendo este resultado casi idéntico al mostrado por el puerto de Corinto (-92.12 %). En sintonía con todos esos datos, la drástica reducción de la población representada (-50 %) en las muestras refleja claramente un descenso demográfico al igual que en el otro extremo del Mediterráneo, donde Lequeo presenta un descenso similar (-66.67 %). En resumen, la crisis económica y la conflictividad social asociada a esta son mayores en Ampurias que en Corinto, aunque la desigualdad social es ligeramente superior en esta última ciudad griega, donde el riesgo de colapso supera notoriamente al registrado en la Ampurias griega.

En otro orden de cosas, hay dos fuentes fundamentales para abundar sobre la conexión entre Grecia e Iberia a lo largo de la quinta centuria a. C.: *Mailhac y las fluctuaciones económicas de la protohistoria ibérica arcaica (550-450 a. C.)* y *Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era* (Izquierdo-Egea 2011, 2012b). Las limitaciones del presente estudio no permiten extenderse mucho más, aunque sí es obligado recordar que la civilización ibérica de la primera mitad del siglo V a. C. vive una etapa de prosperidad económica que no solo incluye la fachada levantina de la península ibérica sino que también alcanza la cuenca del Aude, más allá de los Pirineos, en la actual Francia, consecuencia de la expansión ibérica de fines de la centuria anterior. Durante la primera parte del siglo V antes de nuestra era, la civilización ibérica también se expande hacia el Bajo Guadalquivir y el valle medio del Ebro (Izquierdo-Egea 2011, 2012a). En ese tiempo, la escultura ibérica alcanza su apogeo, visible en Porcuna a comienzos de dicha centuria (Domínguez 2006: 461).

El colapso de la civilización ibérica antigua o arcaica acontece a lo largo de la segunda mitad del siglo V antes de nuestra era, coincidiendo con la etapa de retracción de su economía, con una fase de recesión fechada en el tercer cuarto y otra de depresión o crisis (c. 425-400 a. C.), aisladas ambas a partir del registro funerario de numerosos cementerios ibéricos: Mianes y Mas de Mussols en el Bajo Ebro (Maluquer 1984, 1987), Los Villares de Hoya Gonzalo en Albacete (Blánquez 1990), Cabezo Lucero en el Bajo Segura (Aranegui 1992; Aranegui *et al.* 1993), Cástulo (García-Gelabert y Blázquez 1988) y Gil de Olid en el Alto Guadalquivir (Ruiz *et al.* 1984). Dicho colapso coincide con la destrucción intencionada de los monumentos funerarios en el Sureste peninsular (Olmos y Rouillard 2002), símbolos representativos del poder de la aristocracia orientalizante en la civilización ibérica antigua.

CONCLUSIONES

El registro funerario de Lequeo, puerto de Corinto, refleja el impacto de los avatares de aquel tiempo sobre la sociedad griega allí representada. Como colofón a esta contribución, se enumeran seguidamente los principales corolarios del presente estudio.

1. La primera mitad del siglo V antes de nuestra era confirma una etapa de prosperidad antes detectada en Ampurias y muchos otros lugares de la antigua Iberia. Frente a una sociedad más pobre, desigual y conflictiva durante el periodo precedente, ahora se infiere una inusitada pujanza económica sostenida por un extraordinario crecimiento de la población y de los recursos disponibles para sostenerla, todo ello en medio de un clima de fuerte cohesión social impulsado por el descenso de la desigualdad y la conflictividad interna. Estos indicadores materiales muestran la solidez de la civilización griega que se enfrentó exitosamente a la amenaza persa en esa época.

2. Por su parte, la segunda mitad del siglo V a. C. experimenta una drástica reducción de la actividad económica, el nivel de recursos disponibles y la población representada, en consonancia con un fuerte ascenso tanto de la desigualdad como de la conflictividad y el riesgo de colapso de la sociedad. En ese tiempo sí que repercute negativamente el enfrentamiento civil entre griegos conocido como Guerra del Peloponeso.

3. Las evidencias aportadas por esta investigación arrojan luz tanto sobre la conexión socioeconómica entre Corinto y Ampurias como entre Grecia e Iberia a lo

largo del siglo V antes de nuestra era. Al comparar Corinto con la Ampurias griega, hay plena coincidencia en la evolución temporal de todos los parámetros analizados: riqueza relativa, desigualdad social, población representada, conflictividad social y nivel de recursos disponibles. Es decir, dichos indicadores sociales siguen las mismas tendencias durante toda la quinta centuria a. C. En consecuencia, Corinto, Ampurias e Iberia comparten fluctuaciones económicas similares a lo largo del siglo V antes de nuestra era; lo cual permite sostener que hubo una clara conexión entre las economías de todas esas regiones mediterráneas durante aquel lejano tiempo.

4. Aunque los resultados obtenidos son hartos significativos, el reducido tamaño de las muestras analizadas aconseja contrastar y ampliar estas pruebas. Habrá que seguir buscando más evidencias en otros cementerios griegos del siglo V a. C. para confirmar lo observado en el registro material de este puerto de Corinto.

Sobre el autor

PASCUAL IZQUIERDO-EGEA es director y editor de la revista *Arqueología Iberoamericana desde su fundación a principios de 2009. Se doctoró con honores en la Universidad Autónoma de Barcelona (1993). Su principal línea de investigación se centra en el desarrollo de una nueva disciplina científica: la arqueología de los fenómenos sociales o arqueonomía, dedicada al estudio de las fluctuaciones económicas y los cambios sociales en la Antigüedad mediante el método de valoración contextual de los ajueres funerarios. Entre sus descubrimientos más relevantes se cuentan los ciclos económicos de la civilización ibérica o las fluctuaciones de la economía prehispanica en Mesoamérica. La presente investigación se inició en marzo de 2016.*

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ARANEGUI GASCÓ, C. 1992. La necrópolis de Cabezo Lucero (Guardamar del Segura, Alicante). En *Congreso de Arqueología Ibérica: las necrópolis (Madrid, 1991)*, eds. J. Blánquez y V. Antona, pp. 169-188. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

ARANEGUI, C., A. JODIN, E. LLOBREGAT, P. ROUILLARD, J. UROZ. 1993. *La nécropole ibérique de Cabezo Lucero*

(*Guardamar del Segura, Alicante*). Madrid-Alicante: Casa de Velázquez-Diputación Provincial de Alicante.

BLÁNQUEZ PÉREZ, J. J. 1990. *La formación del mundo ibérico en el Sureste de la Meseta (estudio arqueológico de las necrópolis ibéricas de la provincia de Albacete)*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses.

DOMÍNGUEZ, A. J.

— 2006. Greeks in the Iberian Peninsula. En *Greek Colonisation. An Account of Greek Colonies and other Settlements Overseas*, ed. G. R. Tsetschkladze, vol. 1, pp. 429-505. Leiden-Boston.

— 2010. Greeks and the Local Population in the Mediterranean: Sicily and the Iberian Peninsula. En *Archaic Greek Culture: History, Archaeology, Art & Museology. Proceedings of the International Round-Table Conference (June 2005, St-Petersburg, Russia)*, ed. S. Solovyov, pp. 25-36. BAR International Series 2061.

ELIOT, C. W. J., M. ELIOT. 1968. The Lechaion cemetery near Corinth. *Hesperia* 37/4: 345-367 + figs. 102-109.

GARCÍA-GELABERT PÉREZ, M. P., J. M. BLÁNQUEZ MARTÍNEZ. 1988. *Castulo (Jaén, España): I. Excavaciones en la necrópolis ibérica del Estacar de Robarinas (s. IV a. C.)*. British Archaeological Reports International Series 425.

GARCÍA Y BELLIDO, A.

— 1934. *Factores que contribuyeron a la helenización de la España prerromana I. Los iberos en la Grecia propia y en el Oriente helenístico*. Publicaciones de la Cátedra y Becarios de la Fundación Conde de Cartagena II. Madrid: Real Academia de la Historia.

— 1974. Otro testimonio más de la presencia de mercenarios españoles en el Mediterráneo. En *Simposio Internacional de Colonizaciones (Barcelona-Ampurias, 1971)*, eds. E. Ripoll y E. Sanmartí, pp. 201-203.

HERÓDOTO.

— 1988. *Historia. Libros V-VI*. Trad. C. Schrader. Biblioteca Clásica Gredos 39. Madrid: Ed. Gredos.

— 1994. *Historia. Libro VII*. Trad. C. Schrader. Biblioteca Clásica Gredos 82. Madrid: Ed. Gredos.

— 1989. *Historia. Libros VIII-IX*. Trad. C. Schrader. Biblioteca Clásica Gredos 130. Madrid: Ed. Gredos.

— 1994. *Historias. Libros V-IX*. Ed. A. González Caballo. Madrid: Ed. Akal.

— 1999. *Historia*. Ed. M. Balasch. Madrid: Ed. Cátedra.

IZQUIERDO-EGEA, P.

— 1991. Un programa informático para el análisis funerario en Arqueología. En *I Reunión de Aplicaciones Informáticas en Arqueología (Madrid, 1990) = Complutum 1: 133-142*.¹²

¹² <http://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/view/CMPL9191120133A>.

- 1993 [1994]. *Análisis funerario y reconstrucción histórica de las formaciones sociales íberas*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
- 1996-97 [2000]. Fluctuaciones económicas y cambios sociales en la protohistoria ibérica. *Arx* 2-3: 107-138.¹³
- 2011. Mailhac y las fluctuaciones económicas de la protohistoria ibérica arcaica (550-450 a. C.). *Arqueología Iberoamericana* 11: 3-25. <http://purl.org/aia/111>.
- 2012a. *Economic Archaeology of Grave Goods*. *Advances in Archaeology* 1. Gaus.
- 2012b. Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 16: 3-10. <http://purl.org/aia/161>.
- 2013. On the Contextual Valuation Method and the Economic Archaeology of Grave Goods. *Advanced Archaeology* 1: 3-12. <http://purl.org/aa/011>.
- 2015a. Arqueología, arqueografía, arqueonomía. *Arqueología Iberoamericana* 25: 3-4.
- 2015b. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.
- 2016. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
- 2017. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. *Advances in Archaeology* 3. Gaus.¹⁴
- JENOFONTE. 1989. *Helénicas*. Trad. D. Plácido. Madrid: Alianza Editorial.
- MALUQUER DE MOTES, J.
- 1984. *La necrópolis paleoibérica de «Mas de Mussols», Tortosa (Tarragona)*. Programa de Investigaciones Protohistóricas 8. Barcelona.
- 1987. *La necrópolis paleoibérica de Mianes en Santa Bàrbara (Tarragona)*. Programa de Investigaciones Protohistóricas 9. Barcelona.
- OLMOS, R., P. ROUILLARD. 2002. Sculpture préromaine de la Péninsule Ibérique. *Documents d'Archéologie Méridionale* 25: 269-283.
- RUIZ, A., F. HORNOS, C. CHOCLÁN, J. T. CRUZ. 1984. La necrópolis ibérica «Finca Gil de Olid» (Puente del Obispo-Baeza, Jaén). *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 9: 195-235.
- TUCÍDIDES.
- 1988. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Ed. L. M. Macía Aparicio. Madrid: Ed. Akal.
- 1990. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros I-II*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 149. Madrid: Ed. Gredos.
- 1991. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros III-IV*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 151. Madrid: Ed. Gredos.
- 1992. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros V-VI*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 164. Madrid: Ed. Gredos.
- 1992. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros VII-VIII*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 173. Madrid: Ed. Gredos.
- VV. AA. 2007. *SYSTAT® 12. Statistics I II III IV*. Chicago: Systat Software, Inc.
- WESSA, P.
- 2016a. *Free Statistics Software*, Office for Research Development and Education, version 1.1.23-r7.¹⁵
- 2016b. Concentration and Inequality (v1.0.1) in *Free Statistics Software* (v1.1.23-r7), Office for Research Development and Education.¹⁶
- WILKINSON, L. 1990. *SYSTAT: The System for Statistics*. Evanston, IL: Systat, Inc.

¹³ <http://laiesken.net/arxjournal/pdf/izquierdo.pdf>.¹⁴ <http://purl.org/aa/03>.¹⁵ <http://www.wessa.net/>.¹⁶ http://www.wessa.net/rwasp_concentration.wasp/.

RESEARCH NOTE

LESLIE A. WHITE Y LA MEDICIÓN OBJETIVA DEL CAMBIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD

Leslie A. White and the Objective Measurement of Human Culture Change

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratorio de Arqueología Teórica, Graus, ES-AR
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Esta breve comunicación arroja luz sobre una cuestión tan fundamental como la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad a través del registro funerario. Aunque son numerosas las evidencias materiales que confirman la significatividad y fiabilidad de la técnica cuantitativa empleada para medir el avance o retroceso de las sociedades antiguas, aquí solo se muestran los datos de la serie temporal proveniente de la cuenca del río Balsas, México, representativa de la Mesoamérica prehispánica.*

PALABRAS CLAVE. *Leslie A. White; medición objetiva; cambio cultural; humanidad.*

ABSTRACT. *This brief communication sheds light on the fundamental question of the objective measurement of human culture change through the mortuary record. Although there are abundant material evidence that confirms the significance and reliability of the quantitative technique used to measure the advancement or retreat of ancient societies, only the time series data from the basin of the Balsas River, Mexico, representative of pre-Hispanic Mesoamerica, are shown here.*

KEYWORDS. *Leslie A. White; objective measurement; human; culture change.*

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta breve comunicación científica es dar a conocer el más reciente logro de la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b). Se trata de una técnica cuantitativa capaz de medir el cambio cultural (avance o retroceso material) de las sociedades antiguas a través de su registro funerario. Probada con éxito en numerosos casos, aquí solo se exponen, por limitaciones de espacio, los resultados provenientes de una serie temporal representativa de la Mesoamérica prehispánica. La célebre fórmula de Leslie A. White (1943), puesta de moda recientemente por Ian Morris (2013), inspiró este hallazgo.

LA ECUACIÓN DE LESLIE A. WHITE

La famosa ecuación propuesta por Leslie A. White (1943) simplifica la evolución cultural de la humanidad (C) reduciéndola a una relación directa con la energía disponible (E) y la tecnología desarrollada (T).

$$C = E \times T \quad (1)$$

Esta expresión matemática encuentra una adaptación más coherente en la *arqueología de los fenómenos sociales* gracias a la significatividad detectada cuando se contrasta empíricamente con las evidencias materiales que proporciona el registro funerario, fuente de datos de primer orden sobre la economía de las sociedades del

Recibido: 7-3-2018. Aceptado: 14-3-2018. Publicado: 21-3-2018.

pasado. Esta nueva herramienta estadística nos permite observar, a través de los ajuares u ofrendas que acompañaron a nuestros antepasados, un fenómeno tan trascendental como es el avance o retroceso que experimenta una civilización en función de otros parámetros sociales. El nuevo índice obtenido se bautiza como iW en honor a Leslie A. White y esta es su ecuación:

$$iW = iA \cdot iR \quad (2)$$

En (2), iA e iR son los índices de variación temporal del nivel de recursos disponibles y la riqueza relativa, respectivamente. El primero de ellos (iA_t) se determina dividiendo el valor del parámetro en un momento dado (A_t) por su valor en el momento precedente (A_{t-1}):

$$iA_t = \frac{A_t}{A_{t-1}} \quad (3)$$

Por su parte, el segundo índice (iR_t) se calcula dividiendo la riqueza relativa de un periodo dado (R_t) por la del periodo anterior (R_{t-1}):

$$iR_t = \frac{R_t}{R_{t-1}} \quad (4)$$

El razonamiento que condujo a transformar la fórmula (1) en la (2) es el siguiente: si la energía es el motor de la tecnología, los recursos lo son de la economía ($iR = iE$). Y al comprobarlo empíricamente se confirmó la certeza de esa aseveración.

La nueva expresión matemática nos dice que el cambio (avance o retroceso) de una civilización se produce cuando el producto de las variaciones temporales de dos parámetros (recursos disponibles y actividad económica) supera un umbral definido por un valor para iW claramente superior a la unidad. Es decir, hay cambio cultural cuando $iW > 1$. Se produce entonces un avance o evolución. En cambio, si $iW < 1$, tenemos un retroceso (involución) y, finalmente, cuando $iW = 1$, no hay cambio y se da una situación de equilibrio.

La ecuación (2) parece tener mucho más sentido que la original de White, especialmente para las ciencias sociales que, como la arqueología, estudian el pasado de la humanidad. Además, ha sido probada con éxito a través de numerosas series temporales correspondientes al registro funerario de civilizaciones antiguas de varios continentes (Europa, Asia, América), siguiendo

un fructífero enfoque intercultural integrado por argáricos, fenicios, griegos, íberos, celtíberos, galos, romanos y mesoamericanos prehispánicos.

La nueva expresión matemática resultante del contexto arqueológico da pie a modificar la ley de la evolución cultural de la humanidad definida por White (Netting 1993) en otros términos: las sociedades avanzan o retroceden cuando la variación temporal de los recursos disponibles y la riqueza relativa superan claramente un umbral ($iW > 1$). En otras palabras, ese salto cualitativo denominado *cambio cultural* se produce cuando el aprovechamiento de los recursos alcanza un nivel de eficiencia capaz de permitir un desarrollo elevado de la economía.

MIDIENDO EL AVANCE O RETROCESO DE LAS SOCIEDADES ANTIGUAS A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO

La tabla 1 muestra los resultados de los cálculos, parte de los cuales fueron avanzados en estudios anteriores (Izquierdo-Egea 2014, 2016a) basados en los datos publicados por R. Maldonado (1980).¹ Sirven para probar la gran utilidad científica de la nueva técnica estadística cuando se aplica el índice iW a la serie proveniente de la cuenca del río Balsas, México, la cual cubre buena parte de la escala temporal de la Mesoamérica prehispánica. Además, otros registros más cortos, como el de los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) o el del mismísimo Monte Albán (Oaxaca, México), confirman las tendencias observadas en la cuenca del Balsas, en especial durante el periodo Clásico Tardío, coincidente con el colapso de las grandes civilizaciones mesoamericanas.

El gran cambio cultural del Preclásico Tardío ($iW = 889.81$) se corresponde con una floreciente etapa económica (R_r) que sienta las bases de la civilización del periodo posterior. Es un tiempo de transformaciones no exentas de tensiones sociales como indica el gran aumento de la desigualdad entre los individuos (D).

Por su parte, el Clásico Temprano experimenta un gran crecimiento de la población (P), los recursos dis-

¹La periodización mesoamericana empleada se fundamenta en las fechas propuestas por Maldonado (1980: 180), adaptadas al marco cronológico tradicional (López Austin & López Luján 2000): Preclásico Medio (c. 1200-400 a. C.), Preclásico Tardío (c. 400 a. C.-150/200 d. C.), Clásico Temprano (c. 150/200-650 d. C.), Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.), Posclásico Temprano (c. 900-1200 d. C.), Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.).

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	Rr	D	C	P	A	iRr	iD	iC	iP	iA	iW
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26						
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	1,0000	19,7237	889,81
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	5,5793	0,2956	0,1413	2,6667	18,8740	39,49
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	1,0000	0,2921	0,14
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	2,8588	1,1032	0,9407	2,4375	2,5913	3,04
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	0,3354	0,8101	0,5574	0,2308	0,4140	0,60

Rr: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iRr: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; iW: índice de White.

ponibles para sostenerla (A) y la actividad económica (Rr), en medio de un clima social favorable propiciado por la drástica reducción de la desigualdad (D) y la conflictividad (C). Todo lo cual impulsa otro destacado cambio cultural ($iW = 39,49$).

En cambio, el Clásico Tardío refleja materialmente el colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas. Así lo indica una serie de parámetros fundamentales: el destacado descenso de la actividad económica unido a la acusada caída del nivel de recursos disponibles y el aumento de la desigualdad social que genera un marcado ambiente de conflictividad. Todo ello permite entender el retroceso que ahora sufre la civilización mesoamericana ($iW = 0.14$).

Durante el Posclásico Temprano se registra una ligerísima recuperación de la economía, si bien la conflictividad sigue siendo similar a la del periodo anterior y aumenta la desigualdad social. A pesar de ello, crecen sensiblemente tanto los recursos disponibles como la población y se detecta un cambio cultural favorable aunque de reducidas dimensiones ($iW = 3.04$).

Finalmente, el Posclásico Tardío acusa una nueva involución material y cultural ($iW = 0.60$) cuya magnitud es inferior a la del retroceso registrado en el Clásico Tardío. Y ello tiene lugar a pesar de la paradójica prosperidad económica de un periodo que sufre un fortísimo descenso del nivel de recursos disponibles y la población representada, además de una reducción de la desigualdad y la conflictividad.

CONCLUSIONES

Como se ha visto, la variación temporal del índice iW permite medir el cambio material y cultural de las sociedades antiguas a través de su registro funerario. Por

limitaciones de extensión, solo se aporta una de las numerosas evidencias disponibles: la serie temporal proveniente de la cuenca del río Balsas, México, representativa de la Mesoamérica prehispánica; la cual permite efectuar inferencias tan relevantes como las que siguen.

1. El cambio cultural de una civilización es consecuencia de un cambio material dependiente de la variación temporal de los recursos disponibles y la actividad económica desarrollada a partir de los mismos.

2. Si el índice empleado para medir dicho cambio cultural supera de forma notoria el umbral establecido ($iW > 1$), estaremos observando el avance (evolución o desarrollo) de una sociedad en un periodo concreto de su pasado. En la Mesoamérica prehispánica se puede apreciar claramente durante el Preclásico Tardío ($iW = 889.81$), momento en que se produce un gran avance material de la civilización que eclosiona a lo largo del Clásico Temprano ($iW = 39.49$), etapa que, además, registra el segundo mayor cambio cultural de la serie. El Posclásico Temprano también documenta una ligera evolución material ($iW = 3.04$).

3. En cambio, cuando $iW < 1$, asistimos a un retroceso (involución) detectado durante el Clásico Tardío y el Posclásico Tardío en el caso estudiado.

4. Las situaciones de equilibrio donde $iW = 1$ (o muestra una clara tendencia hacia ese valor), no generan cambios materiales y culturales. Sin embargo, no se detectan en el registro funerario que representa a la Mesoamérica prehispánica.

Si bien el incremento del índice iW comporta un salto cualitativo e implica un avance material y un cambio cultural relevante en la evolución de una sociedad, obviamente, el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles es un factor clave a tener en cuenta y contribuye de forma decisiva al desarrollo material de las sociedades humanas.

Reflexión final

Hay que seguir abundando en esta nueva y prometedora línea de investigación de la *arqueología de los fenómenos sociales*, capaz de aportar grandes logros teóricos contrastables empíricamente.

Agradecimientos

Al Dr. Juan César Flores (2015), físico del Instituto de Alta Investigación, Universidad de Tarapacá (Arica, Chile), por la fructífera correspondencia electrónica que mantuvimos, a partir de la cual desarrollé investigaciones tan interesantes como la presente y otras que pronto verán la luz.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- FLORES, J. C. 2015. A phase-transition model for the rise and collapse of ancient civilizations: A pre-ceramic Andean case study. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 440: 155-160.
- IZQUIERDO-EGEA, P.
- 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <http://purl.org/aia/231>.
 - 2015a. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.
 - 2015b. El colapso del Clásico Tardío entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 27: 12-32. <http://purl.org/aia/272>.
 - 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
 - 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.
 - 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
 - 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
 - 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
- LÓPEZ AUSTIN, A. & L. LÓPEZ LUJÁN. 2000. La periodización de la historia mesoamericana. *Arqueología Mexicana* 8/43: 14-23.
- MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- MORRIS, I. 2013. *The Measure of Civilization: How Social Development Decides the Fate of Nations*. Princeton: Princeton University Press.
- NETTING, R. M. 1993. *Smallholders, Householders: Farm Families and the Ecology of Intensive, Sustainable Agriculture*. Stanford: Stanford University Press.
- WHITE, L. A. 1943. Energy and the evolution of culture. *American Anthropologist* 45/3: 335-356.

RESEARCH NOTE

IMPLEMENTANDO UNA ECUACIÓN ESTADÍSTICA PARA MEDIR EL COLAPSO EN LA ANTIGUA MESOAMÉRICA

Implementing a Statistical Equation to Measure Collapse in Ancient Mesoamerica

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratorio de Arqueología Teórica, Graus, ES-AR
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Se propone la implementación de una ecuación estadística capaz de medir el riesgo de colapso en las antiguas civilizaciones a partir de su registro funerario, probándola con éxito en la Mesoamérica prehispánica.*

PALABRAS CLAVE. *Ecuación estadística; colapso clásico; antigua Mesoamérica.*

ABSTRACT. *This brief communication presents the successful test of a statistical means to measure collapse risk in ancient civilizations with the mortuary record using data from pre-Hispanic Mesoamerica.*

KEYWORDS. *Statistics; Classic collapse; ancient Mesoamerica.*

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta breve comunicación científica es dar a conocer una ecuación estadística capaz de medir el riesgo de colapso de una civilización antigua a partir de su registro funerario. Su simplicidad no está reñida con la fiabilidad demostrada a través de los resultados obtenidos, no solo en la cuenca del río Balsas, México, representativa de la Mesoamérica prehispánica, sino en otros muchos casos que aquí no pueden incluirse por limitaciones de espacio. Se trata de un nuevo logro de la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018).

LA ECUACIÓN DEL COLAPSO

Fue concebida en febrero de 2017 a partir de dos premisas fundamentales: el riesgo de colapso debería ser directamente proporcional a la conflictividad social



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Localización, de oeste a este, de los sitios citados: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Monte Albán (México), 3) Uaxactún (Guatemala) y 4) Barton Ramie (Belice).

e inversamente proporcional a la actividad económica y la pluviosidad. Finalmente, se descartó esta última como parámetro de la ecuación porque su intervención

Recibido: 18-3-2018. Aceptado: 25-3-2018. Publicado: 1-4-2018.

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iP	iA	iK
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26						
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	1,0000	19,7237	0,00
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	2,0922	0,2956	0,1413	2,6667	18,8740	0,07
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	1,0000	0,2921	7,07
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	1,1729	1,1032	0,9407	2,4375	2,5913	0,80
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	1,4532	0,8101	0,5574	0,2308	0,4140	0,38

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; iK: índice de riesgo de colapso.

apenas modificaba los resultados obtenidos y, por lo tanto, se podía despreciar. En consecuencia, este índice del riesgo de colapso (iK) quedó definido como el cociente de la división entre la variación temporal de la conflictividad social (iC) y la de la actividad económica (E) expresada por la riqueza relativa (iR):

$$iK = \frac{iC}{iR} \quad (1)$$

Como $iR = iE$, esta sencilla ecuación puede expresarse también así:

$$iK = \frac{iC}{iE} \quad (2)$$

El índice de variación temporal de la conflictividad social (iC_t) se calcula dividiendo el valor que toma este parámetro en un momento dado (C_t) por el del momento precedente (C_{t-1}):

$$iC_t = \frac{C_t}{C_{t-1}} \quad (3)$$

Por su parte, el índice de variación temporal de la riqueza relativa o actividad económica (iR_t) se estima dividiendo el valor de esta variable para un determinado periodo (R_t) por el del periodo anterior (R_{t-1}):

$$iR_t = \frac{R_t}{R_{t-1}} \quad (4)$$

Cuando se supera holgadamente el umbral o punto crítico ($iK > 1$), la formación social está en riesgo de colapso. En cambio, si $iK < 1$ entonces se aleja del riesgo; en esta misma línea, la situación más improbable de colapso se da cuando $iK = 0$ y el riesgo desaparece por completo. Finalmente, si $iK = 1$ tenemos un estado estacionario o de equilibrio cuya estabilidad se puede romper en cualquier momento y, en consecuencia, no aleja el peligro del colapso.

MIDIENDO EL RIESGO DE COLAPSO DE LAS CIVILIZACIONES ANTIGUAS A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO: EL CASO DE LA MESOAMÉRICA PREHISPÁNICA

La tabla 1 muestra los resultados de los cálculos para la serie temporal proveniente de la cuenca del río Balsas, México; parte de los cuales fueron avanzados en estudios anteriores (Izquierdo-Egea 2014, 2016a) basados en los datos publicados por R. Maldonado (1980).¹ Dicha serie es representativa de las civilizaciones mesoamericanas prehispánicas por su coincidencia con las tendencias observadas en otros registros más cortos (fig. 1), como el de los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) o el de Monte Albán (Oaxaca,

¹La periodización mesoamericana empleada se fundamenta en las fechas propuestas por Maldonado (1980: 180), adaptadas al marco cronológico tradicional (López Austin & López Luján 2000): Preclásico Medio (c. 1200-400 a. C.), Preclásico Tardío (c. 400 a. C.-150/200 d. C.), Clásico Temprano (c. 150/200-650 d. C.), Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.), Posclásico Temprano (c. 900-1200 d. C.), Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.).

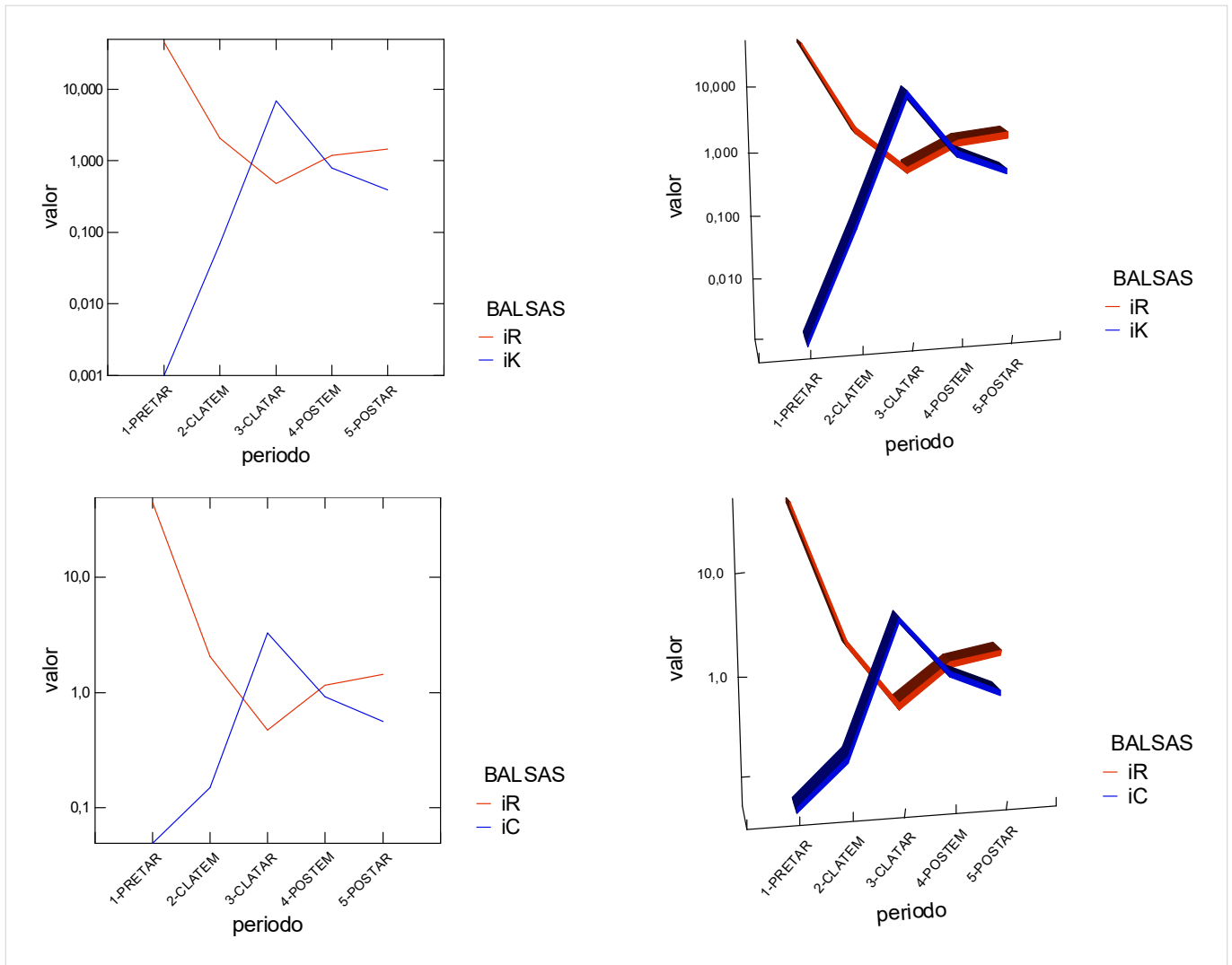


Figura 2. Representación gráfica de la evolución temporal del índice de riqueza relativa (iR) comparado con el índice de riesgo de colapso (iK) y el índice de conflictividad social (iC) en la Mesoamérica prehispánica de la cuenca del río Balsas, México. Se emplea una escala logarítmica en base 10 en el eje de ordenadas para visualizar mejor la tendencia de iR, iK e iC. PRETAR: Preclásico Tardío; CLATEM: Clásico Temprano; CLATAR: Clásico Tardío; POSTEM: Posclásico Temprano; POSTAR: Posclásico Tardío.

México), especialmente en el transcurso del periodo Clásico Tardío, a lo largo del cual toda la región experimenta un paulatino e inexorable declive.

Los datos obtenidos arrojan una clara detección de riesgo de colapso en la civilización mesoamericana del Clásico Tardío ($iK = 7.07$), precisamente durante el marco temporal en el cual acontece el ocaso de Teotihuacan, Monte Albán y las ciudades mayas clásicas, confirmado por numerosas fuentes reunidas a través de una copiosa bibliografía (v. g. Izquierdo-Egea 2014, 2015b, 2016c). Se puede apreciar gráficamente dicho colapso a través de la figura 2; obsérvese cómo la curva del iK supera a la del iR generando un área crítica entre ambas a lo largo del Clásico Tardío.

Durante el Preclásico Tardío ($iK = 0$) y el Clásico Temprano ($iK = 0.07$) no hay ningún riesgo. Y tras el

colapso clásico, el índice disminuye progresivamente sin alcanzar el valor mínimo de los dos primeros periodos de la serie temporal: Posclásico Temprano ($iK = 0.80$) y Posclásico Tardío ($iK = 0.38$).

El índice iK medido en función de iC e iR es más preciso que el hasta ahora empleado, el cual dependía exclusivamente de la variación temporal de la conflictividad social ($iK = iC$) y fue descubierto recientemente (cf. Izquierdo-Egea 2017b: 89, n. 4). No obstante, como muestra claramente la gráfica de la figura 2, ambos índices (iK e iC) siguen la misma tendencia. Esta ecuación empírica, a pesar de ser menos sofisticada que otras concebidas desde una perspectiva teórica más compleja (v. g. Flores 2015), exhibe un alto grado de precisión y significatividad según indican los resultados obtenidos al ser aplicada a la Mesoamérica prehispánica.

Lo mismo ocurre con los datos de otras sociedades antiguas que verán la luz más adelante.

CONCLUSIONES

1. Esta técnica estadística ha demostrado su utilidad para aislar periodos donde se da un alto riesgo de colapso en el desarrollo de las sociedades antiguas. Es aplicable a cualquier caso donde el registro funerario permita aislar series cronológicas basadas en la variabilidad de los componentes de los ajuares u ofrendas que acompañaron a los difuntos.

2. El índice iK mide el riesgo de colapso en función de la variación temporal de la conflictividad social (iC) y la actividad económica indicada por la riqueza relativa (iR).

3. En su aplicación a una serie temporal representativa de la Mesoamérica prehispánica, se detectó perfectamente el riesgo de un colapso ($iW = 7.07$) durante el Clásico Tardío, el cual finalmente tuvo lugar como bien

sabemos a través de otras fuentes. No volvió a repetirse esa situación en ningún otro momento, pues durante el Preclásico Tardío y el Clásico Temprano no existió riesgo alguno y a lo largo del Posclásico Temprano y el Posclásico Tardío fue disminuyendo significativamente ($iK < 1$).

Reflexión final

A partir de esta primera ecuación elemental del colapso se pueden deducir muchas otras expresiones estadísticas donde se incluyen más parámetros, aunque por razones obvias tendrán que publicarse aparte.

Y aquí no acaba todo. Esta nueva aportación teórica y empírica abre otra puerta a la línea de investigación que sigue la fructífera *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS). Pronto verán la luz nuevas comunicaciones científicas sobre la implementación de una ecuación que mide el riesgo de conflicto bélico a partir del registro funerario y la conexión de la AFS con la termodinámica.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- FLORES, J. C. 2015. A phase-transition model for the rise and collapse of ancient civilizations: A pre-ceramic Andean case study. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 440: 155-160.
- IZQUIERDO-EGEA, P.
- 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <http://purl.org/aia/231>.
 - 2015a. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.
 - 2015b. El colapso del Clásico Tardío entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 27: 12-32. <http://purl.org/aia/272>.
 - 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
 - 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.
 - 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
 - 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
 - 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
 - 2018. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural humano. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.
- LÓPEZ AUSTIN, A. & L. LÓPEZ LUJÁN. 2000. La periodización de la historia mesoamericana. *Arqueología Mexicana* 8/43: 14-23.
- MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

RESEARCH ADVANCE

UNA COMPARACIÓN ENTRE TRANSICIONES DE FASE Y CONFLICTOS SOCIALES APLICADA A LAS ANTIGUAS CIVILIZACIONES MESOAMERICANAS

A Comparison between Phase Transitions and Social Conflicts Applied to the Ancient Mesoamerican Civilizations

Juan César Flores,¹ Pascual Izquierdo-Egea²

¹ Instituto de Alta Investigación, Universidad de Tarapacá (Arica, Chile) (cflores@uta.cl)

² Laboratorio de Arqueología Teórica (Graus, España)

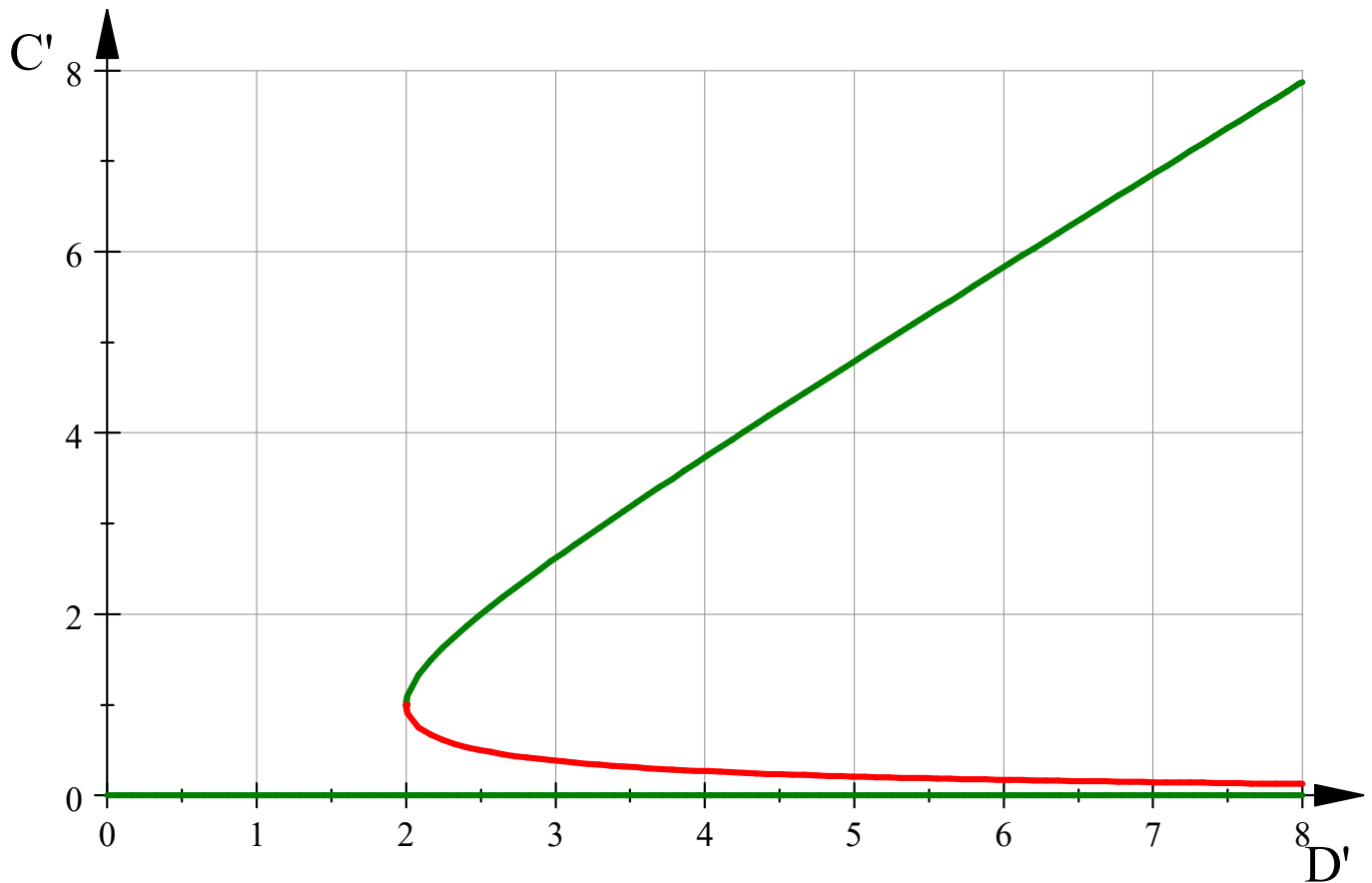


Figura 1. Este diagrama de «fase» normalizado (universal) permite determinar toda la dinámica del sistema social descrito por la ecuación (1). Esta representa la evolución de la conflictividad social (C') en función del tiempo y de los parámetros de desigualdad social (D') y riqueza relativa. El diagrama de la figura muestra las soluciones de equilibrio estable para C' en función de D' . La curva verde de la gráfica y la línea del mismo color ubicada en el eje de abscisas son las soluciones estables, denominadas atractores, donde terminan las soluciones dinámicas que comienzan en cualquier punto del plano coordenado. Por ejemplo, consideremos un sistema social cuyos parámetros caen por debajo de la solución inestable (curva roja). Dicho sistema social tenderá con el tiempo al atractor verde sin conflicto ($C' = 0$). Por el contrario, un sistema social que se ubique por encima de la solución inestable (curva roja) caerá en el atractor superior (curva verde) que posee conflictividad.

Recibido: 25-4-2018. Aceptado: 10-5-2018. Publicado: 18-5-2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Emily Lena Jones.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/3806>.

RESUMEN. *La conexión cuantitativa entre conflictividad social, desigualdad y riqueza relativa es reexaminada desde la perspectiva de las transiciones de fase. La conflictividad puede, o no, desarrollarse a partir de valores críticos de la riqueza y la desigualdad. En efecto, para valores pequeños de la desigualdad (o grandes de la riqueza relativa), la conflictividad social no se manifiesta. Contrariamente, la conflictividad sí aparece por encima de los valores críticos de desigualdad y riqueza relativa. Su aplicación a la Mesoamérica prehispánica (1200 a. C.-1520 d. C.), representada por la cuenca del río Balsas, muestra que en ese caso siempre hubo conflictividad. De hecho, en el periodo Clásico Temprano (200 al 650 d. C.) alcanzó su nivel más bajo, ligeramente por encima del valor crítico.*

PALABRAS CLAVE. *Transiciones de fase; conflictos sociales; antiguas civilizaciones mesoamericanas.*

ABSTRACT. *This study uses a phase transition perspective to reexamine the quantitative connection between social conflicts, inequality, and relative wealth. At low levels of social inequality (or large relative wealth), social conflicts do not manifest. However, once critical values of wealth and inequality are reached, conflicts appear. In pre-Hispanic Mesoamerica (1200 BC to 1520 AD), here represented by the Balsas river basin, conflicts were always present. Indeed, in the period from 200 to 650 AD (Early Classic) social conflicts reached their lowest level, only slightly above the critical value.*

KEYWORDS. *Phase transitions; social conflicts; ancient Mesoamerican civilizations.*

INTRODUCCIÓN

Tal como se propuso recientemente (Izquierdo-Egea 2015) a partir de evidencias empíricas obtenidas de numerosos contextos funerarios antiguos, la conflictividad social (C_0), la desigualdad (D_0) y la riqueza relativa (R_0) están cuantitativamente interconectadas, permitiendo obtener información relevante sobre las civilizaciones antiguas. De hecho, parece lógico pensar que a mayor desigualdad social correspondería mayor conflictividad; y a mayor riqueza relativa, menor conflictividad (Izquierdo-Egea 2015). Todo depende del reparto que se haga de esa riqueza generada por la actividad económica. De hecho, la desigualdad social medida a partir del registro material no es otra cosa que un indicador de dicho reparto. Por tanto, actividad económica o riqueza relativa y desigualdad social están íntimamente unidas. Finalmente, cabe destacar que la riqueza relativa amortizada en función del tiempo expresa fielmente el nivel alcanzado por la economía en cada momento.

OBSERVANDO LA EVOLUCIÓN SOCIAL DE LA CONFLICTIVIDAD

Es lógico pensar que la aparición de conflictos sociales requiere un umbral, o valor crítico, de desigualdad y riqueza relativa. Partiendo de esa premisa, por ejemplo, un bajo nivel de desigualdad social no genera necesariamente conflictividad. En este trabajo propone-

mos que la conflictividad social evoluciona temporalmente de acuerdo con la siguiente ecuación diferencial de tercer orden:

$$\frac{d}{dt} C = -rC(1 - D_0C + R_0C^2) \quad (1)$$

Donde los parámetros D_0 y R_0 son fijos y la tasa r define una escala temporal característica de los cambios sociales en la población considerada.

Desde una perspectiva puramente matemática, la ecuación anterior aparece en un gran número de problemas interdisciplinarios, entre otros propios de la física matemática: ecológicos y biológicos (Murray 2010; Boccaro 2010), arqueológicos (Flores 2015), climatológicos (Lenton 2008), económicos (Puu 2003).

En particular, la ecuación (1) define transiciones de fase en física (teoría de campo medio). Es decir, la aparición de una propiedad, tal como la imantación, en función de la variación de un parámetro de control como, por ejemplo, la temperatura (Le Bellac 1991).

LAS TRES SOLUCIONES DE EQUILIBRIO

En el equilibrio ($dC/dt = 0$), la ecuación (1) da origen a una ecuación algebraica de tercer orden y puede tener una o tres soluciones dependiendo de los parámetros D_0 y R_0 . Estas soluciones formales son:

$$C = 0 \quad (2a)$$

$$C_{\pm} = \frac{D_0}{2R_0} \pm \frac{D_0}{2R_0} \sqrt{1 - \frac{4R_0}{D_0^2}} \quad (2b)$$

Su clasificación depende del valor del «parámetro de control» definido por $4R_0/D_0^2$ en la raíz de la ecuación (2b). Existen tres casos:

- Cuando $4R_0/D_0^2 > 1$, la única solución real estable (atractor) es $C = 0$ (2a), que corresponde a una sociedad sin conflictos observables.
- Cuando $4R_0/D_0^2 < 1$ entonces existen tres soluciones de equilibrio ((2a) y (2b)) donde:
 - a) $C = 0$ es aún una solución de equilibrio estable (atractor).
 - b) Las otras dos soluciones son C_+ , que es estable (atractor), y C_- , inestable (un repulsor).
- Finalmente, la igualdad $4R_0/D_0^2 = 1$ define la solución crítica (o punto crítico).

Cabe destacar que para grandes parámetros de desigualdad social en relación a la riqueza relativa, la solución real y estable C_+ se convierte en

$$C_+ \approx \frac{D_0}{R_0} \quad (\text{cuando } 4R_0 \ll D_0^2) \quad (3)$$

que corresponde a la expresión estadística propuesta por Izquierdo-Egea (2015), usada como fuente para la construcción de la ecuación dinámica (1).

SOLUCIÓN GRÁFICA PARA EL CASO ESTUDIADO

La figura (1) muestra las soluciones de equilibrio de la ecuación (1) rotuladas como (2a) y (2b) en la sec-

ción anterior. Aquí se da una explicación gráfica de las mismas para facilitar su comprensión.

Usamos por simplicidad las siguientes redefiniciones para la conflictividad y la desigualdad social:

$$C' = C \sqrt{R_0} \quad (4)$$

$$D' = \frac{D}{\sqrt{R_0}} \quad (5)$$

Esta nueva parametrización le da a la gráfica un carácter universal en el sentido de que, por ejemplo, el valor numérico del punto crítico (empalme entre la curva roja y la verde) es absoluto e independiente de la civilización o población estudiada. De hecho, el punto crítico universal se alcanza cuando $D' = 2$ y corresponde a un valor $C' = 1$ para la conflictividad reparametrizada.

La línea de color verde horizontal ($C' = 0$) corresponde a un atractor donde no existe (esencialmente) conflicto social. La curva roja es inestable y cualquier sociedad cuyos parámetros de conflictividad y desigualdad estén por debajo tenderá a la curva de nula conflictividad ($C' = 0$). Por el contrario, cualquier punto que esté por encima tenderá a la curva superior (verde) de conflictividad bien definida.

LA CUENCA DEL RÍO BALSAS Y LA MESOAMÉRICA PREHISPÁNICA

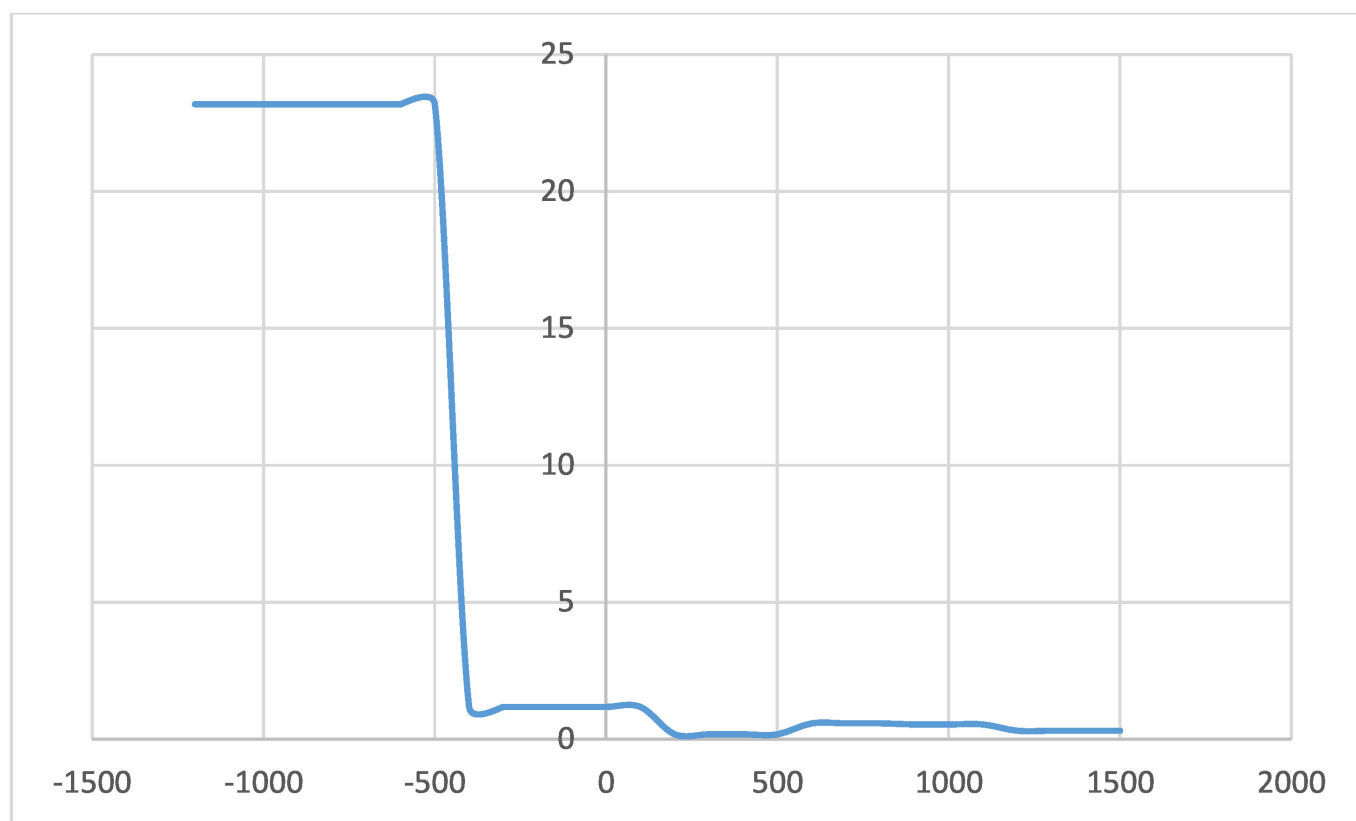
Es uno de los sistemas fluviales más importantes de México. Los datos aquí mostrados provienen de ofrendas de entierros excavados cuando se construyó la re-

Tabla 1. Datos de la civilización mesoamericana representada en la serie temporal de la cuenca del río Balsas, México.

Cronología	R	D	C	D'	C'
-1200/-400	3,34	77,38	23,17	42,3404522	42,3447202
-400/200	150,68	176,99	1,17	14,4185279	14,3619585
200/650	315,26	52,32	0,17	2,9466822	3,01844563
650/900	152,73	86,78	0,57	7,02194575	7,04428683
900/1200	179,13	95,74	0,53	7,15334647	7,09349117
1200/1520	260,32	77,56	0,30	4,8071097	4,8403306

R: riqueza; D: desigualdad; C: conflictividad; D': desigualdad redefinida; C': conflictividad redefinida.

Figura 2. Valor de la conflictividad social en función del tiempo medido en años.



presa del Infiernillo (Izquierdo-Egea 2018). Esta serie temporal cubre la mayor parte de la cronología prehispánica de Mesoamérica y coincide con otras zonas de esta vasta región como Monte Albán y el Yucatán de época maya. Existe acuerdo en cuanto a que el colapso de esas civilizaciones mesoamericanas fue un fenómeno generalizado y relacionado en parte con extremas condiciones de sequía (Izquierdo-Egea 2016).

La tabla 1 muestra los datos para la civilización mesoamericana representada en esta serie temporal. Dicha tabla está descrita en términos cronológicos, entendiendo que las fechas antes de nuestra era conllevan un signo menos y son aproximadas.

En este sentido, las cifras más elevadas de la anterior tabla se ajustan fuertemente a la recta dada por la ecuación (3). Nótese que ningún punto está en la zona sin conflicto donde $D' < 2$ y $C' = 0$.

De la gráfica de la figura 1 se deduce que en esta civilización siempre hubo conflicto, sin embargo, durante el periodo Clásico Temprano (c. 200-650 d. C.) fue relativamente tenue. De hecho, en ese momento, la economía mesoamericana experimenta la época de mayor prosperidad de toda la serie temporal.

Finalmente, como un ejemplo cronológico, la figura 2 muestra explícitamente el valor de la conflictivi-

dad social en función del tiempo, tomado de la mencionada tabla. La separación se hizo de cien en cien años. Claramente, en el periodo Clásico Temprano (c. 200-650 d. C.) dicho parámetro registra su valor más bajo, al igual que a lo largo del Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.).

CONCLUSIONES

Se ha reexaminado la existencia de un vínculo cuantitativo entre conflictividad social, desigualdad y riqueza relativa (ecuación 3).

Desde el punto de vista de una transición abrupta (de fase), la conflictividad social es un fenómeno crítico que podría darse (o no) dependiendo de los valores de la desigualdad y la riqueza relativa. En efecto, existen tres casos dependiendo del valor de esos parámetros: a) una sociedad (esencialmente) sin conflictos sociales, b) una sociedad con conflictividad y c) el caso crítico, que es inestable, donde cualquier perturbación desencadena o no conflictos (fig. 1).

La situación fue descrita en términos del espacio de parámetros (espacio de fase) y es de carácter universal

en el sentido de que se aplicaría a cualquier sociedad caracterizada por los parámetros de conflictividad, desigualdad y riqueza. En particular, como un ejemplo práctico, fue considerada la civilización de la Mesoamé-

rica prehispánica en el río Balsas (c. 1200 a. C.-1520 d. C.), una sociedad donde siempre hubo conflicto aun cuando durante el Clásico Temprano (c. 200-650 d. C.) la conflictividad estuvo muy cerca del valor crítico.

Sobre los autores

J. C. FLORES es Doctor en Ciencias (mención Física) por la Universidad de Ginebra, Suiza. Entre sus líneas de investigación destacan: sistemas dinámicos y física no lineal, aplicaciones interdisciplinarias y estado sólido. Es titular en el Instituto de Alta Investigación (IAI-UTA), Arica, Chile. Correo electrónico: cflores@uta.cl.

P. IZQUIERDO-EGEA (arqueologia@laiesken.net) se doctoró con honores en la Universidad Autónoma de Barcelona (1993). Como investigador del Laboratorio de Arqueología Teórica (Graus, España), se ha especializado en la arqueología de los fenómenos sociales (fluctuaciones económicas, desigualdad social, conflictividad, colapso social). También es director y editor de la revista científica Arqueología Iberoamericana desde su fundación a principios de 2009.

REFERENCIAS

- BOCCARA, N. 2010. *Modelling Complex Systems*. Berlín: Springer.
- FLORES, J. C. 2015. A phase-transition model for the rise and collapse of ancient civilizations: A preceramic Andean case study. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 440: 155-160.
- IZQUIERDO-EGEA, P.
- 2015. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18.
 - 2016. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67.
 - 2018. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18.
- LE BELLAC, M. 1991. *Quantum and Statistical Field Theory*. Oxford: Clarendon Press.
- LENTON, T. M. 2008. Tipping elements in the Earth's climate systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 105/6: 1786-1793.
- MURRAY, J. D. 2010. *Mathematical Biology*. Vols. I & II. Berlín: Springer.
- PUU, T. 2003. *Attractors, Bifurcations and Chaos: Nonlinear Phenomena in Economics*. Berlín: Springer.

RESEARCH NOTE

UNA ECUACIÓN ESTADÍSTICA PARA MEDIR EL RIESGO DE GUERRA EN LA MESOAMÉRICA PREHISPÁNICA

A Statistical Equation to Measure the War Risk in Pre-Hispanic Mesoamerica

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratorio de Arqueología Teórica, Graus, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Se presenta una ecuación estadística capaz de medir el riesgo de guerra o conflicto bélico en la Mesoamérica prehispánica, la cual es plenamente aplicable a otras muchas civilizaciones antiguas a través de su registro funerario.*

PALABRAS CLAVE. *Ecuación estadística; riesgo; guerra; Mesoamérica; prehispánica.*

ABSTRACT. *This brief communication presents a statistical equation able to measure the war risk in pre-Hispanic Mesoamerica that is fully applicable to many other ancient civilizations through their mortuary record.*

KEYWORDS. *Statistical equation; war; risk; pre-Hispanic; Mesoamerica.*

INTRODUCCIÓN

Esta breve comunicación científica da a conocer otro nuevo logro de la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b; Flores e Izquierdo-Egea 2018). Se trata de una técnica cuantitativa capaz de medir el riesgo de guerra o conflicto bélico entre las sociedades antiguas a través de su registro funerario. Ha sido probada con éxito en numerosos casos, aunque aquí, por limitaciones de espacio, solo se expondrán los resultados provenientes de una serie temporal representativa de la Mesoamérica prehispánica.

LA ECUACIÓN DE LA GUERRA

Su concepción es muy reciente (finales de enero de 2018) y se basa en dos premisas esenciales: el riesgo de guerra o conflicto bélico (iG) es directamente proporcional a la variación temporal de la conflictividad so-



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Localización, de oeste a este, de los sitios citados: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Monte Albán (México), 3) Uaxactún (Guatemala) y 4) Barton Ramie (Belice).

cial (iC) e inversamente proporcional a la variación temporal de los recursos disponibles (iA). A pesar de su simplicidad, esta ecuación es plenamente significativa en todos los casos estudiados, correspondientes a una mul-

Recibido: 14-9-2018. Aceptado: 21-9-2018. Publicado: 28-9-2018.

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iP	iA	iG
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26						
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	1,0000	19,7237	0,00
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	2,0922	0,2956	0,1413	2,6667	18,8740	0,01
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	1,0000	0,2921	11,72
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	1,1729	1,1032	0,9407	2,4375	2,5913	0,36
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	1,4532	0,8101	0,5574	0,2308	0,4140	1,35

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de la población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; iG: índice del riesgo de guerra.

titud de registros funerarios pertenecientes a sociedades antiguas de Europa, Asia y América:

$$iG = \frac{iC}{iA} \quad (1)$$

Esta expresión viene a significar que la situación más favorable al estallido de la guerra se da cuando se cumplen dos condiciones: la conflictividad social alcanza una elevada magnitud ($iC > 1$) y los recursos disponibles disminuyen considerablemente ($iA < 1$). Es decir, si $iC > iA$ entonces $iG > 1$. Tal como se verá seguidamente al abordar el caso estudiado, dicha circunstancia se produce a lo largo del Clásico Tardío en la Mesoamérica prehispánica.

El índice de variación temporal de la conflictividad (iC_t) se calcula dividiendo el valor que toma el parámetro en un momento dado (C_t) por el valor del momento precedente (C_{t-1}):

$$iC_t = \frac{C_t}{C_{t-1}} \quad (2)$$

Por su parte, el índice de variación temporal de los recursos disponibles (iA_t) se estima dividiendo el nivel de recursos disponibles en un periodo dado (A_t) por el del periodo anterior (A_{t-1}):

$$iA_t = \frac{A_t}{A_{t-1}} \quad (3)$$

Tal como ocurre con el índice iK que mide el riesgo de colapso (Izquierdo-Egea 2018b), hay numerosas ex-

presiones estadísticas derivadas de la primera ecuación elemental de la guerra (1), aunque tendrán que ver la luz en otra publicación.

El riesgo de guerra emerge cuando se supera claramente el umbral o punto crítico ($iG > 1$). Obviamente, si $iG = 0$, el riesgo de conflicto bélico desaparece por completo. Finalmente, cuando $iG = 1$, tenemos un estado estacionario o de equilibrio cuya estabilidad se puede romper en cualquier momento dada la naturaleza reversible del proceso y, en consecuencia, no aleja el peligro de la guerra.¹

MIDIENDO EL RIESGO DE GUERRA EN LA MESOAMÉRICA PREHISPÁNICA A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos para la serie temporal inferida a partir del registro funerario de la cuenca del río Balsas, México (Maldonado 1980), parte de los cuales fueron avanzados en estudios anteriores (Izquierdo-Egea 2014, 2016a, 2018a, 2018b). Son extrapolables a las civilizaciones mesoamericanas prehispánicas por su coincidencia con las tendencias observadas en otras series más cortas (fig. 1), como las de los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie

¹ El análisis cuantitativo de la guerra en las sociedades antiguas fue abordado por otros investigadores (v. g. Flores y Bologna 2013; Flores 2017) a partir de enfoques teóricos y perspectivas metodológicas diferentes de la pionera aportación empírica aquí presentada. Se trata, sin duda, de un campo abonado para la confluencia de fructíferas colaboraciones multidisciplinares (v. g. Flores e Izquierdo-Egea 2018). En todo caso, nada tiene que ver con los estudios actuales al uso (v. g. Caldara e Iacoviello 2018).

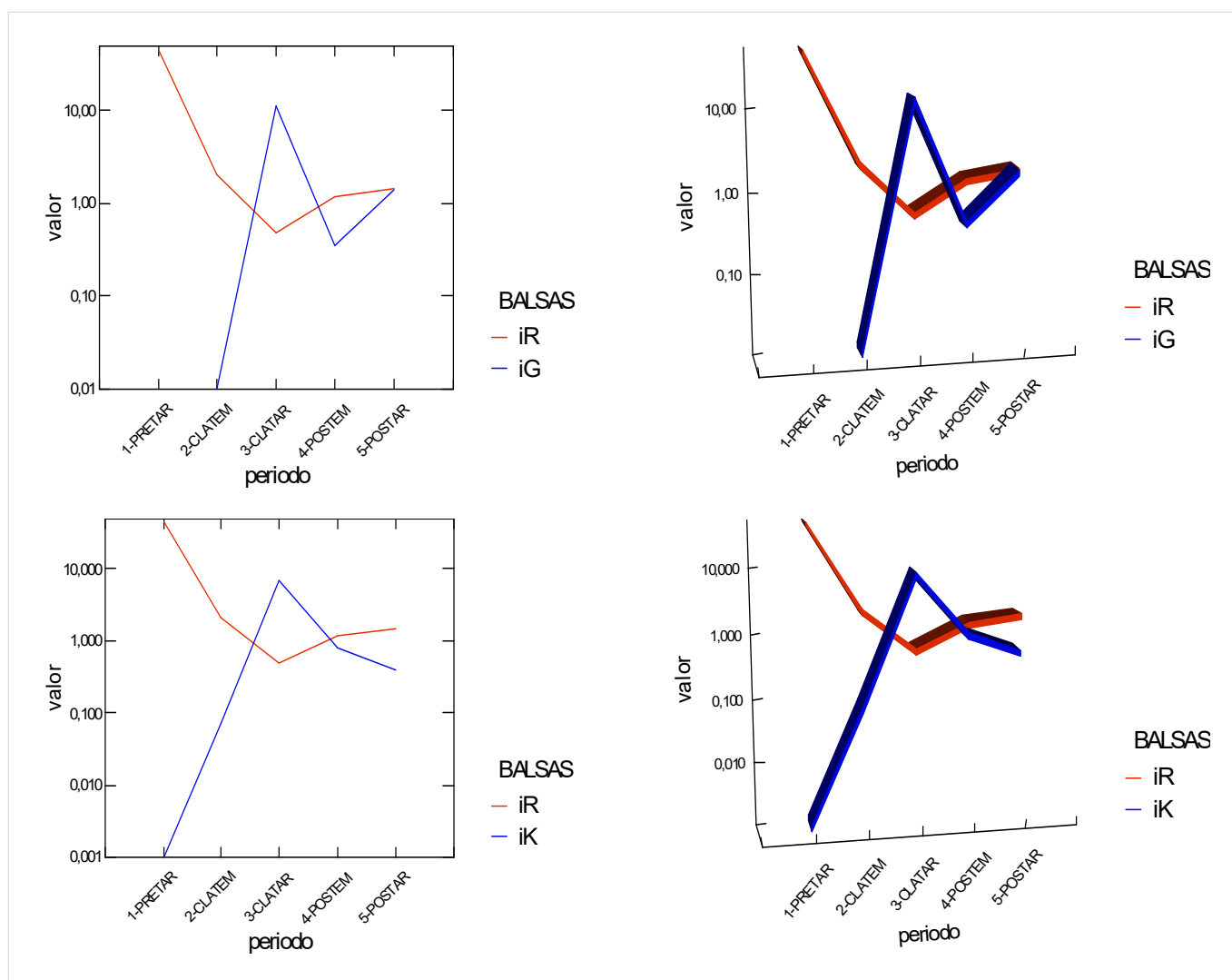


Figura 2. Representación gráfica de la evolución temporal del índice de riqueza relativa (iR) comparado con el índice de riesgo de guerra (iG) y el índice de riesgo de colapso (iK) en la Mesoamérica prehispánica de la cuenca del río Balsas, México. Se emplea una escala logarítmica en base 10 en el eje de ordenadas para visualizar mejor la tendencia de iR, iG e iK. PRETAR: Preclásico Tardío (c. 400 a. C.-150/200 d. C.); CLATEM: Clásico Temprano (c. 150/200-650 d. C.); CLATAR: Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.); POSTEM: Posclásico Temprano (c. 900-1200 d. C.); POSTAR: Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.).

(Belice) o la de Monte Albán (Oaxaca, México), sobre todo durante el periodo clave del Clásico Tardío, a lo largo del cual toda la región sufre un lento pero inexorable ocaso.

Comparando los datos del índice de conflicto bélico (iG) con los del índice de colapso (iK), no sorprende que un elevado riesgo de colapso ($iK = 7.07$; cf. Izquierdo-Egea 2018b) coincida con un alto riesgo de guerra ($iG = 11.72$) durante el Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.). La figura 2, donde se representa la evolución temporal del índice de riqueza relativa o actividad económica (iR) en función de los dos parámetros anteriores, permite visualizar de forma gráfica este fenómeno, ilustrando perfectamente su relación directa con la crisis de la economía mesoamericana en ese momento.

No menos interesante es la situación que se da en el Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.), donde sorprende que $iG > 1$ cuando $iK < 1$ a pesar de la prosperidad económica registrada en ese tiempo, realizada por el descenso de la desigualdad social y la conflictividad. Sin duda alguna, esto induce a pensar que esta, en apariencia, anómala situación puede estar relacionada con la caída de los recursos disponibles. De hecho, su menor disponibilidad implicaría una mayor posibilidad de disputar el acceso a los mismos mediante el conflicto bélico. Lo cual quiere decir que la guerra no pone en riesgo el sistema sino que forma parte de él. Ahora es un mecanismo integrado en las sociedades de este tiempo que no provoca el colapso de las civilizaciones, sino que sirve como medio de captación de recursos cuando es-

tos escasean. En otras palabras, la guerra se convierte en un instrumento habitual para captar recursos; algo que ya se apuntó en otros estudios más amplios al hablar del Clásico Terminal (cf. Izquierdo-Egea 2014, 2015b). Es entonces cuando conquistar, destruir y exterminar al enemigo, capturando sus recursos, se convierte en la razón de ser de la guerra. Sin embargo, esa transformación de la naturaleza del conflicto bélico perdura en el tiempo y se hace patente a lo largo del Posclásico Tardío. En la figura 1 se aprecia claramente lo dicho. Obsérvese, en el extremo final de las curvas gráficas correspondientes al Posclásico Tardío (coloreadas en azul), cómo crece el riesgo de conflicto bélico (iG) mientras disminuye el de colapso (iK).

CONCLUSIONES

1. El índice iG mide el riesgo de guerra o conflicto bélico en función de la variación temporal de la conflictividad social (iC) y los recursos disponibles (iA).

2. Esta técnica estadística ha demostrado su utilidad al ser capaz de aislar los momentos en que se dieron las condiciones necesarias para el estallido de un conflicto bélico en el seno de las sociedades antiguas analizadas. Es aplicable a cualquier caso donde el registro funerario permita aislar series cronológicas basadas en la variabilidad de los componentes de los ajueres u ofrendas que acompañaron a los difuntos. Aquí se demostró empleando el ejemplo de la Mesoamérica prehispánica representada por la cuenca del río Balsas, México.

3. Este estudio ha verificado la existencia de la guerra sistémica, es decir, cuando el conflicto bélico forma parte del sistema sociopolítico y se convierte en un instrumento para captar recursos. Su génesis cabe situarla en el Clásico Tardío pero perdura hasta el periodo final del Posclásico.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

CALDARA, D. & M. IACOVIELLO. 2018. *Measuring Geopolitical Risk*. International Finance Discussion Papers 1222. Board of Governors of the Federal Reserve System.

FLORES, J. C. 2017. Trojan War displayed as a full annihilation-diffusion-reaction model. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 467: 432-435.

FLORES, J. C. & M. BOLOGNA. 2013. Troy: A simple nonlinear mathematical perspective. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 392/19: 4683-4687.

FLORES, J. C. & P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>.

IZQUIERDO-EGEA, P.

— 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <http://purl.org/aia/231>.

— 2015a. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.

— 2015b. El colapso del Clásico Tardío entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 27: 12-32. <http://purl.org/aia/272>.

— 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.

— 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía arcaica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.

— 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.

— 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.

— 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.

— 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.

— 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>.

MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

RESEARCH NOTE

BOLTZMANN Y LA CONEXIÓN DE LA TERMODINÁMICA CON LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

Boltzmann and the Connection of Thermodynamics with the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Graus, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. Gracias a la afinidad entre conflictividad y entropía, la célebre ecuación de Ludwig Boltzmann se puede adaptar al contexto funerario de la arqueología de los fenómenos sociales para medir el impacto de ese parámetro social y el riesgo de colapso en el seno de una civilización antigua. Nuevamente, se recurre al ejemplo de la Mesoamérica prehispánica para demostrarlo.

PALABRAS CLAVE. Boltzmann; termodinámica; arqueología; fenómenos sociales; conflictividad; entropía; colapso.

ABSTRACT. Thanks to the affinity between conflict and entropy, the famous Ludwig Boltzmann's equation can be adapted to the mortuary context of the archaeology of social phenomena to measure the impact of that social parameter and the collapse risk within an ancient civilization. The example of pre-Hispanic Mesoamerica is used to demonstrate it.

KEYWORDS. Boltzmann; thermodynamics; archaeology; social phenomena; conflict; entropy; collapse.

INTRODUCCIÓN

Desde el verano de 2012 se conoce la afinidad existente entre la entropía y la conflictividad, dos parámetros fundamentales de la termodinámica y la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c), respectivamente.

Si bien hasta ahora no se había empezado a concretar empíricamente la conexión entre ambas disciplinas científicas, esta breve comunicación aporta evidencias materiales de la Mesoamérica prehispánica para demostrar dicho vínculo, procedentes del registro funerario recuperado en la cuenca del río Balsas, México (Maldonado 1980).

La técnica estadística que aquí se presenta ha demostrado su efectividad y solvencia para detectar momentos



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Sitios citados, de oeste a este: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Monte Albán (México), 3) Uaxactún (Guatemala) y 4) Barton Ramie (Belice). El primero suministra una serie temporal completa abarcando desde el Preclásico Medio hasta el Posclásico Tardío.

Recibido: 17-12-2018. Aceptado: 24-12-2018. Publicado: 31-12-2018.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Kirby Farah.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4011>.

críticos, como el colapso, en el desarrollo de las sociedades antiguas. También ha sido probada con éxito en numerosos casos correspondientes a civilizaciones tan dispares como la argárica de la Edad del Bronce o la ibérica del siglo V antes de nuestra era, entre otras muchas, que verán la luz más adelante.

LA ECUACIÓN DE BOLTZMANN

La célebre ecuación de Boltzmann (v. g. Villani 2008: 17; Jaynes 1965) relaciona de forma directa la entropía (S) con el número de estados microscópicos del sistema (W) correspondientes al macroestado, introduciendo una constante (k) que aquí se descarta:¹

$$S = k \cdot \ln W \quad (1)$$

Asumiendo que la conflictividad (C) es una forma de entropía (S)² y que, en el contexto funerario, W se convierte en un nuevo índice (iB)³ que puede medir la inestabilidad de una formación social o el riesgo de colapso con mayor precisión, entonces, la anterior ecuación se transforma en la siguiente expresión:

$$iC = \ln iB \quad (2)$$

La variación temporal de la conflictividad social (iC_t) se calcula dividiendo el valor que toma este parámetro en un momento dado (C_t) por el que tiene en el momento anterior (C_{t-1}):

$$iC_t = \frac{C_t}{C_{t-1}} \quad (3)$$

Si despejamos el logaritmo neperiano de iB (ln iB) en la expresión (2), se obtiene:

$$iB = e^{iC} \quad (4)$$

¹ En el marco social en que nos movemos no tiene sentido el uso de la constante de Boltzmann, pues al introducirla en los cálculos se obtendrían resultados disparatados.

² Este postulado se origina cuando se comparan entre sí las ecuaciones de la entropía (dS = δQ/T) y la conflictividad social (C = D/R), dos magnitudes macroscópicas, observando una analogía teórica entre las mismas. De hecho, el calor (Q) es una variable microscópica equiparable a la naturaleza de la desigualdad (D) como parámetro social. Igualmente, la temperatura (T) es una magnitud macroscópica como la riqueza relativa (R).

³ Se bautiza así en honor a Ludwig Boltzmann (1995).

En la ecuación del índice de Boltzmann (iB), e es el número natural (e = 2.718). Se puede ir más allá y conformar otro nuevo índice de Boltzmann basado en el índice de riesgo de colapso (iK) dado a conocer recientemente (Izquierdo-Egea 2018b). De tal manera, tendríamos dos ecuaciones para iB:

$$iB_1 = e^{iC} \quad (5)$$

$$iB_2 = e^{iK} \quad (6)$$

Para calcular iK se emplea la ecuación del colapso (Izquierdo-Egea 2018b: 24):

$$iK = \frac{iC}{iR} \quad (7)$$

La variación temporal de la riqueza relativa o actividad económica (iR_t) se calcula dividiendo el valor que toma en un periodo determinado (R_t) por el que tiene en el periodo anterior (R_{t-1}):

$$iR_t = \frac{R_t}{R_{t-1}} \quad (8)$$

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MESOAMÉRICA ANTIGUA

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en la Mesoamérica prehispánica representada por la cuenca del río Balsas, México (Izquierdo-Egea 2014). Compárense los datos de los índices iB₁ e iB₂ con iK para apreciar su mayor precisión en la estimación del riesgo de colapso de una formación social.

Los índices de Boltzmann muestran resultados similares para toda la serie temporal salvo en el caso del Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.). Precisamente, es en ese periodo donde exhiben mayor precisión que el índice iK, si bien iB₂ permite observar mucha más virulencia (1171.88) en el impacto del colapso mesoamericano que la indicada por iB₁ (30.67). Ocurre lo mismo en Monte Albán (Oaxaca, México) y entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice).

La gráficas de la figura 2 ilustran claramente la tendencia de las curvas de los índices iC, iK e iB (iB₁), mostrando todas ellas su máximo en el Clásico Tardío, es decir, en el periodo en que se produce el colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas.

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iK	iB1	iB2
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26						
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	0,00	1,05	1,00
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	2,0922	0,2956	0,1413	0,07	1,15	1,07
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	7,07	30,67	1171,88
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	1,1729	1,1032	0,9407	0,80	2,56	2,23
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	1,4532	0,8101	0,5574	0,38	1,75	1,47

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iK: índice de riesgo de colapso; iB1: índice de Boltzmann (iC); iB2: índice de Boltzmann (iK).

CONCLUSIONES

1. Los índices de Boltzmann (iB_1 , iB_2) aportan mayor precisión a la medición no ya del riesgo de colapso de una civilización antigua sino del impacto o efectos económicos y sociales del mismo. El primero de ellos se basa en la variación temporal de la conflictividad social (iC), mientras que el segundo depende del índice de riesgo de colapso (iK) publicado recientemente.

2. Esta nueva técnica analítica ha sido probada con éxito en la Mesoamérica prehispánica, concretamente a través del registro funerario de la cuenca del río Bal-

sas en México. Como se ha visto, permite observar con mucha más nitidez el verdadero alcance del colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas. Ocurre lo mismo cuando se aplica a otras sociedades antiguas, cuyos resultados verán la luz más adelante.

3. Constituye un logro más de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) que ahora amplía enormemente su horizonte, estableciendo una conexión con la termodinámica al relacionar la conflictividad con la entropía. No es un avance cualquiera, pues contribuye a vincular esta ciencia social con las ciencias naturales. Esta nueva vía brinda más posibilidades a la AFS.

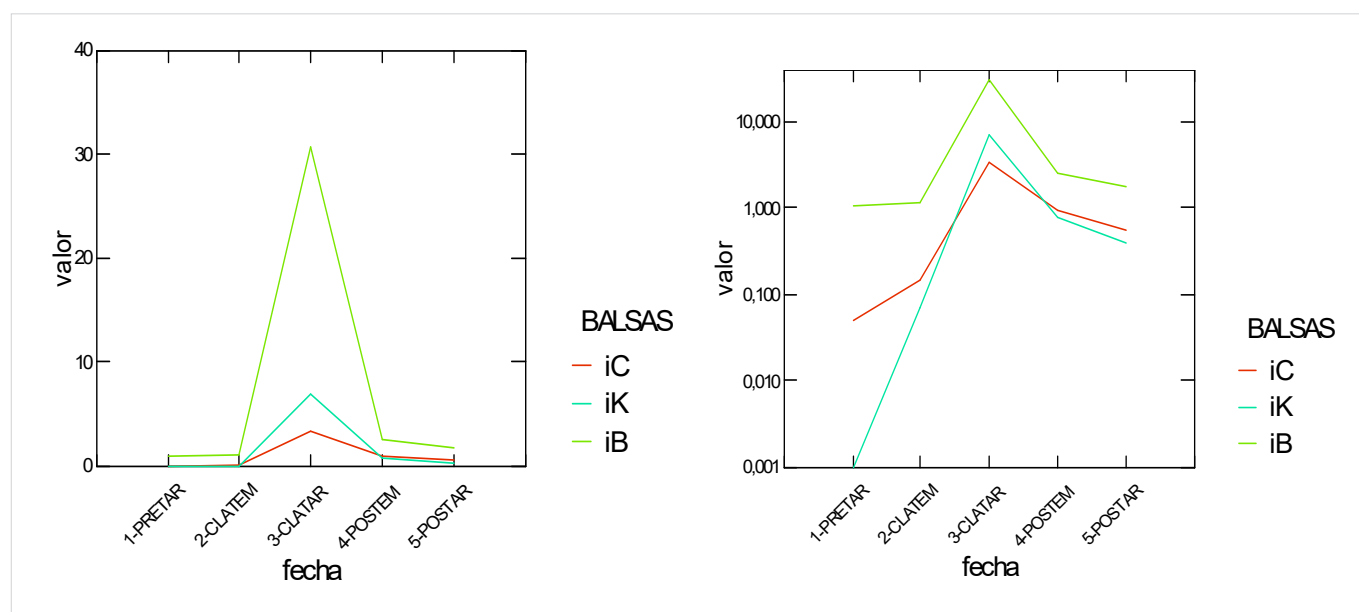


Figura 2. Representación gráfica comparativa de la evolución temporal del índice de conflictividad social (iC), el índice de riesgo de colapso (iK) y el índice de Boltzmann ($iB = iB_1$) en la Mesoamérica prehispánica de la cuenca del río Balsas, México. En la gráfica de la derecha se emplea una escala logarítmica en base 10 en el eje de ordenadas para visualizar mejor la tendencia de los tres parámetros. PRETAR: Preclásico Tardío (c. 400 a. C.-150/200 d. C.); CLATEM: Clásico Temprano (c. 150/200-650 d. C.); CLATAR: Clásico Tardío (c. 650-900 d. C.); POSTEM: Posclásico Temprano (c. 900-1200 d. C.); POSTAR: Posclásico Tardío (c. 1200-1520 d. C.).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BOLTZMANN, L. 1995 [1964]. *Lectures on Gas Theory*. Trad. S. G. Brush. Nueva York: Dover Publications, Inc. [Berkeley: University of California Press.]
- IZQUIERDO-EGEA, P.
- 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <http://purl.org/aia/231>.
 - 2015a. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.
 - 2015b. El colapso del Clásico Tardío entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 27: 12-32. <http://purl.org/aia/272>.
 - 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
 - 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.
 - 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
 - 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
 - 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
 - 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.
 - 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso clásico mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>.
 - 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>.
- JAYNES, E. T. 1965. Gibbs vs Boltzmann entropies. *American Journal of Physics* 33/5: 391-398.
- MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- REZAKHANLOU, F., C. VILLANI. 2008. *Entropy Methods for the Boltzmann Equation: Lectures from a Special Semester at the Centre Émile Borel, Institut H. Poincaré, Paris, 2001*. Lecture Notes in Mathematics 1916. Berlin, Heidelberg: Springer.
- VILLANI, C. 2008. Entropy production and convergence to equilibrium. En *Entropy Methods for the Boltzmann Equation*, F. Rezakhanlou y C. Villani, pp. 1-70.

RESEARCH NOTE

MIDIENDO EL GRADO DE DESARROLLO URBANO A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO

Measuring the Degree of Urban Development through the Mortuary Record

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Graus, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Una nueva técnica estadística permite medir el grado o nivel de desarrollo urbano a través del registro funerario. Constituye otro firme paso de la arqueología de los fenómenos sociales a la hora de inferir la evolución temporal de los parámetros que explican el comportamiento de las sociedades antiguas. Como en otros casos, se aporta la evidencia material de la Mesoamérica prehispánica para contrastar y validar empíricamente sus resultados.*

PALABRAS CLAVE. *Desarrollo urbano; registro funerario; arqueología; fenómenos sociales.*

ABSTRACT. *A new statistical method allows one to measure the degree or level of urban development through the mortuary record. It is another firm step in the archaeology of social phenomena when inferring the parameters that explain the behavior of ancient societies. As in other cases, the material evidence from pre-Hispanic Mesoamerica is provided to empirically compare and validate its results.*

KEYWORDS. *Urban development; mortuary record; archaeology; social phenomena.*

INTRODUCCIÓN

Esta nueva técnica estadística fue concebida y probada recientemente, en concreto a finales de octubre de 2018. Completa una serie de nueve parámetros empíricos que miden el comportamiento de las sociedades antiguas a lo largo del tiempo a partir de la información contenida en los restos materiales de sus registros funerarios. Dichas variables permiten conocer de forma objetiva, gracias a la observación cuantitativa, aspectos esenciales de las sociedades del pasado tales como el estado de la economía mostrado por la riqueza relativa (1), la desigualdad social (2), la conflictividad (3), la demografía según la población representada (4), el nivel de recursos disponibles (5), el índice de cambio cultural (6), el riesgo de colapso (7), el riesgo de guerra (8) y el grado de desarrollo urbano (9).



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Sitios citados, de oeste a este: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Monte Albán (México), 3) Uaxactún (Guatemala) y 4) Barton Ramie (Belice). El primero suministra una serie temporal completa abarcando desde el Preclásico Medio hasta el Posclásico Tardío.

Recibido: 16-6-2019. Aceptado: 20-6-2019. Publicado: 30-6-2019.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Michelle Young.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4206>.

Estos indicadores estadísticos suministran una visión científica bastante completa de la evolución económica y social de las sociedades antiguas que puede contrastarse con otras fuentes de información fiables para confirmar su veracidad. Todos ellos conforman la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d; Flores e Izquierdo 2018), un campo de investigación vanguardista que está convirtiendo a la arqueología en una verdadera disciplina científica.

Como en el caso de los demás parámetros publicados, esta nueva técnica estadística ha demostrado ser efectiva a la hora de detectar momentos críticos en el desarrollo de las sociedades antiguas. Ha sido probada empíricamente aplicándola al registro funerario de la Mesoamérica prehispánica, confirmando su fiabilidad al cuantificar el abandono de las ciudades mayas durante el Clásico Tardío/Terminal: Uaxactún, Barton Ramie (Rathje 1970, 1973), K'axob (Gwyn 2016); además de Monte Albán (González Licón 2003, 2011) y la cuenca del río Balsas. Aunque aquí se aportan evidencias de la Mesoamérica prehispánica provenientes del registro funerario recuperado en la cuenca del río Balsas (Maldonado 1980), también ha sido probada con éxito en civilizaciones tan dispares como la argárica de la Edad del Bronce o la ibérica del siglo V antes de nuestra era, entre otras muchas que verán la luz más adelante. En todos esos casos se observó cuantitativamente cómo este nuevo índice mostraba con claridad y precisión tanto el auge como el declive de las ciudades antiguas.

LA ECUACIÓN DEL DESARROLLO URBANO

Esta nueva ecuación mide el grado de desarrollo urbano de una sociedad a partir de su registro funerario. Se deduce al combinar la ecuación del cambio cultural (1), ya publicada (Izquierdo-Egea 2018a), y la de la conflictividad social (2) en función de la población representada y los recursos disponibles (Izquierdo-Egea 2017a). Todos estos parámetros se expresan como índices de variación temporal. Se obtiene así una nueva fórmula, inédita hasta ahora (3).

$$iW = iA \cdot iR \quad (1)$$

$$iC = \frac{iP}{iA} \quad (2)$$

Si consideramos el desarrollo urbano como un cambio cultural donde los recursos disponibles sustituyen a la riqueza relativa, obtenemos la ecuación del desarrollo urbano (4):

$$iW = \frac{iP \cdot iR}{iC} \quad (3)$$

$$iU = \frac{iP \cdot iA}{iC} \quad (4)$$

La variaciones temporales de la población representada (iP_t), el nivel de recursos disponibles (iA_t) y la conflictividad social (iC_t) se calculan dividiendo el valor que toman estos parámetros en un momento dado (P_t, A_t, C_t) por el que presentan en el momento anterior ($P_{t-1}, A_{t-1}, C_{t-1}$):

$$iP_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (5)$$

$$iA_t = \frac{A_t}{A_{t-1}} \quad (6)$$

$$iC_t = \frac{C_t}{C_{t-1}} \quad (7)$$

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MESOAMÉRICA ANTIGUA

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos en la Mesoamérica prehispánica representada por la cuenca del río Balsas, México. Los valores que toma la variable son extremadamente elevados durante el Preclásico Tardío (389.03) y el Clásico Temprano (356.23), manifestando así una extraordinaria pujanza el desarrollo urbano correspondiente a ese dilatado marco temporal. Coincidiendo con el colapso de las civilizaciones mesoamericanas del Clásico Tardío, el desarrollo urbano experimenta un hundimiento absoluto (0.09) que apenas se recupera durante el Posclásico Temprano (6.71), para volver a caer en el Posclásico Tardío (0.17). Como se viene desmostrando de forma fehaciente desde hace años y puede comprobarse en la bibliografía aportada, los datos del registro de la cuenca del Balsas reflejan a nivel material lo que está sucediendo en líneas generales en toda la Mesoamérica prehispánica.

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iP	iA	iW	iK	iG	iU
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26									
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	1,0000	19,7237	889,81	0,00	0,00	389,03
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	2,0922	0,2956	0,1413	2,6667	18,8740	39,49	0,07	0,01	356,23
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	1,0000	0,2921	0,14	7,07	11,72	0,09
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	1,1729	1,1032	0,9407	2,4375	2,5913	3,04	0,80	0,36	6,71
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	1,4532	0,8101	0,5574	0,2308	0,4140	0,60	0,38	1,35	0,17

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de la población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; iW: índice de White; iK: índice de riesgo de colapso; iG: índice de riesgo de guerra; iU: índice de desarrollo urbano.

NUEVA LEY DEL CAMBIO CULTURAL

La nueva ecuación del cambio cultural (3), a partir de la cual nace la que mide el grado de desarrollo urbano (iU), permite enunciar la *ley del cambio cultural* en otros términos: el cambio cultural (iW) se producirá cuando mayor sea la población (cuando se haga muy numerosa), acumule gran riqueza (desarrolle una gran actividad económica) y la conflictividad social disminuya considerablemente (sea muy baja): si $iP \times iR > iC$ entonces $iW > 1$.

Al comparar los resultados de iU con iW, dada su proporcionalidad directa, se aprecia que los primeros son más precisos o expresivos al observar cuantitativamente el estado de las sociedades complejas en un momento dado.

CONCLUSIONES

1. Esta nueva técnica analítica ha sido probada con éxito en la Mesoamérica prehispánica, concretamente a través del registro funerario de la cuenca del río Balsas en México. Como se ha visto, permite observar con mucha más nitidez el verdadero alcance del colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas. Ocurre lo mismo cuando se aplica a otras sociedades antiguas cuyos resultados verán la luz más adelante.

2. La ecuación del desarrollo urbano prueba que el abandono de las ciudades mayas forma parte de un fenómeno generalizado que afecta a toda Mesoamérica y cuantifica su magnitud.

3. Como consecuencia de lo anterior, se ha deducido una nueva ecuación que permite definir una nueva ley del cambio cultural.

4. Es este otro logro de la *arqueología de los fenómenos sociales* que contribuye a ampliar todavía más su enorme horizonte, tras el cual se vislumbra cada vez con mayor nitidez la transformación de esta arqueología explícitamente científica en una verdadera ciencia predictiva de naturaleza social, capaz no solo de explicar el comportamiento de las sociedades antiguas sino también el de las actuales como pronto veremos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- FLORES, J. C., P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>.
- GONZÁLEZ LICÓN, E. 2003. *Social Inequality at Monte Alban, Oaxaca: Household Analysis from Terminal Formative to Early Classic*. Tesis doctoral. University of Pittsburgh.
- GONZÁLEZ LICÓN, E. 2011. *Desigualdad social y condiciones de vida en Monte Albán, Oaxaca*. México, D. F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- GWYN, C. 2016. *Analysis of Mortuary Patterns and Burial Practices in the Classic Period Burials from the Maya Site of K'axob in Belize*. MA Dissertation. Department of Anthropology, University of Houston.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.

- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <http://purl.org/aia/4011>.
- MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- RATHJE, W. L. 1970. Socio-political implications of lowland Maya burials: Methodology and tentative hypotheses. *World Archaeology* 1/3: 359-374.
- RATHJE, W. L. 1973. Models for mobile Maya: a variety of constraints. En *The Explanation of Culture Change. Models in Prehistory*, ed. C. Renfrew, pp. 731-757. Londres: Duckworth.

RESEARCH NOTE

SOBRE LA LEY FUNDAMENTAL DE LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

On the Fundamental Law of the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Pina de Ebro, Aragon
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Esta breve comunicación enuncia la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales y presenta la ecuación derivada de la misma que explica el estado de una sociedad en un momento dado en función de una serie de nueve parámetros integrada por los siguientes índices: riqueza relativa, desigualdad social, conflictividad social, población representada, nivel de recursos disponibles, cambio cultural, riesgo de colapso, riesgo de guerra y desarrollo urbano. Finalmente, se demuestra su enorme utilidad científica aplicándola al registro funerario de la Mesoamérica prehispánica.*

PALABRAS CLAVE. *Ley fundamental; ecuación; arqueología; fenómenos sociales; registro funerario.*

ABSTRACT. *This brief communication enunciates the fundamental law of the archaeology of social phenomena and presents the equation derived from it that explains the state of a society at a given time based on a series of nine parameters integrated by the following indexes: relative wealth, social inequality, social conflict, represented population, level of available resources, cultural change, collapse risk, war risk and urban development. Finally, its enormous scientific utility is demonstrated by applying it to the mortuary record of pre-Hispanic Mesoamerica.*

KEYWORDS. *Fundamental law; equation; archaeology; social phenomena; mortuary record.*

INTRODUCCIÓN

La *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) analiza el comportamiento de las sociedades antiguas a lo largo del tiempo mediante nueve parámetros empíricos medidos a partir de la información contenida en los restos materiales de sus registros funerarios: el estado de la economía mostrado por la riqueza relativa (1), la desigualdad social (2), la conflictividad (3), la demografía según la población representada (4), el nivel de recursos disponibles (5), el índice de cambio cultural (6), el riesgo de colapso (7), el riesgo de guerra (8) y el grado de desarrollo urbano (9). De la ley fundamental de la AFS, cuyo enunciado se aborda a continuación,

se deduce un nuevo índice estadístico que integra todos esos indicadores en una sola ecuación, concebida y probada con éxito a finales de octubre de 2018.

LA LEY FUNDAMENTAL DE LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

Esta ley es la principal de una serie de leyes que conforman la naturaleza científica predictiva de la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* (Izquierdo-Egea 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019; Flores e Izquierdo 2018),

Recibido: 16-9-2019. Aceptado: 23-9-2019. Publicado: 30-9-2019.

entre las cuales destaca la de la conflictividad: *todas las sociedades complejas son conflictivas*.

Un primer enunciado de dicha ley fundamental sostenía que los fenómenos sociales quedaban registrados en la composición de los ajuares funerarios de las sociedades complejas, salvo cuando la manipulación ideológica —religiosa mayormente, como en el caso del cristianismo o islamismo— lo impidiese al adulterar la posición social del difunto. En otras palabras, los fenómenos sociales pueden inferirse a partir del registro mortuario observando sus variaciones en función del tiempo mediante técnicas cuantitativas.

Esta primera concreción del enunciado de la ley fundamental de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía* presentaba un alcance limitado, circunscrito al contexto de las sociedades antiguas estudiadas. Sin embargo, resulta evidente que su rango es todavía mucho mayor y dicha ley general también abarca a las sociedades actuales. No es un postulado sino una ley que se cumple en todos los casos conocidos. En consecuencia, el alcance de su enunciado debe ser ampliado: en ausencia de manipulación ideológica premeditada,¹ *los fenómenos sociales quedan registrados en los restos materiales de una sociedad*. Es evidente que esta ley tan general sobrepasa el ámbito de la misma AFS y se convierte en una ley social de primer nivel. De todo ello cabe deducir que la AFS ofrece un amplísimo espectro de posibilidades, incluyendo su aplicación a las sociedades actuales, que ya está siendo completada con éxito a la hora de analizar el origen y los efectos de la Gran Recesión de 2008 en numerosos países.

LA ECUACIÓN QUE EXPLICA EL ESTADO DE UNA SOCIEDAD DEL PASADO EN UN MOMENTO DADO

Esto no es esa «metafísica» que inunda la física teórica actual a través de la indemostrable teoría de cuerdas. La *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía*, en el transcurso de su breve existencia, ya ha sido capaz de concebir una ecuación que explica todo lo que hasta ahora conocemos a partir del registro funerario, porque relaciona e integra todos los parámetros que ha ido midiendo durante estos últimos años.

¹Incluso así, aunque desaparezcan los ajuares funerarios, las diferencias sociales se trasladan a la complejidad de las sepulturas, tal como puede observarse en los cementerios de las modernas sociedades occidentales.



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Sitios citados, de oeste a este: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Monte Albán (México), 3) Uaxactún (Guatemala) y 4) Barton Ramie (Belize). El primero suministra una serie temporal completa abarcando desde el Preclásico Medio hasta el Posclásico Tardío.

El nuevo índice resultante (*iZ*) mide el estado de una sociedad en un momento dado en función de los nueve parámetros referidos anteriormente, expresados por sus respectivos índices de variación temporal (solo en el caso de *iR*, *iD*, *iC*, *iP* e *iA*; los demás son índices complejos calculados a partir de los anteriores: *iW*, *iK*, *iG*, *iU* e *iZ*)² de la riqueza relativa (*iR*), los recursos disponibles (*iA*), la población representada (*iP*), el cambio cultural (*iW*), el desarrollo urbano (*iU*), la desigualdad social (*iD*), la conflictividad (*iC*), el riesgo de colapso (*iK*) y el riesgo de guerra (*iG*).³ Esta es su ecuación:

$$iZ = \log_{10} \left(\frac{iR \cdot iA \cdot iP \cdot iW \cdot iU}{iD \cdot iC \cdot iK \cdot iG} \right) \quad (1)$$

Se colocan *iR*, *iA*, *iP*, *iW* e *iU* en el numerador de la expresión porque, por definición, se considera que *iZ* es directamente proporcional a la variación temporal de la riqueza relativa (*iR*), los recursos disponibles (*iA*) y la población representada (*iP*), además del cambio cultural (*iW*) y el desarrollo urbano (*iU*); mientras que

² Cabe aquí traer a colación una importante aclaración terminológica. Los índices complejos *iW*, *iK*, *iG*, *iU* e *iZ* deberían anotarse como *W*, *K*, *G*, *U* y *Z* para no confundirlos con los índices de variación temporal que sí se representan de ese modo: *iR*, *iD*, *iC*, *iP* e *iA*. Si se mantienen sin cambio es porque en los cuatro primeros casos ya fueron publicados de tal manera.

³ La bibliografía de todos estos índices puede consultarse al final de esta nota de investigación.

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie cronológica prehispánica proveniente de la cuenca del río Balsas, México.

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iP	iA	iW	iK	iG	iU	iZ
Preclásico Medio	3,34	77,38	23,17	6	0,26										
Preclásico Tardío	150,68	176,99	1,17	6	5,11	45,1138	2,2873	0,0507	1,0000	19,7237	889,81	0,00	0,00	389,03	14,96
Clásico Temprano	315,26	52,32	0,17	16	96,41	2,0922	0,2956	0,1413	2,6667	18,8740	39,49	0,07	0,01	356,23	10,85
Clásico Tardío	152,73	86,78	0,57	16	28,16	0,4845	1,6586	3,4237	1,0000	0,2921	0,14	7,07	11,72	0,09	-5,44
Posclásico Temprano	179,13	95,74	0,53	39	72,97	1,1729	1,1032	0,9407	2,4375	2,5913	3,04	0,80	0,36	6,71	2,70
Posclásico Tardío	260,32	77,56	0,30	9	30,21	1,4532	0,8101	0,5574	0,2308	0,4140	0,60	0,38	1,35	0,17	-1,21

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de la población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; iW: índice de White (cambio cultural); iK: índice de riesgo de colapso; iG: índice de riesgo de guerra; iU: índice de desarrollo urbano; iZ: índice de estado de una sociedad.

iD, iC, iK e iG aparecen en el denominador debido a que iZ es inversamente proporcional a la variación temporal de la desigualdad social (iD) y la conflictividad (iC), así como al riesgo de colapso (iK) y guerra (iG). El empleo del logaritmo decimal suaviza los valores de los resultados, facilitando así la comparación del índice obtenido. Si la ley fundamental de la AFS constituye la base de esta ecuación, la cual relaciona en una sola expresión los nueve fenómenos sociales que hasta este momento se han conseguido medir a partir del registro funerario, la compleja expresión estadística resultante es ahora mismo su punta de lanza más avanzada.

APLICACIÓN A LA MESOAMÉRICA ANTIGUA

Tal como indican los resultados del índice de estado de una sociedad (iZ) expuestos en la tabla 1, salta a la vista una primera sorpresa: la Mesoamérica prehispánica, según el registro funerario de la cuenca del río Balsas (Maldonado 1980), atraviesa su mejor época durante el Preclásico Tardío (14.96) en vez del posterior Clásico Temprano (10.85). También queda perfectamente reflejado el impacto negativo del Clásico Tardío (-5.44), coincidente con el ocaso y colapso de las principales civilizaciones mesoamericanas de ese tiempo: Teotihuacan, Monte Albán, mayas clásicos (v. g. Izquierdo-Egea 2016a, 2016c, 2018b, 2018c).

Tras este periodo crítico, tiene lugar una recuperación durante el Posclásico Temprano (2.70). Sin embargo, todos los parámetros relativos al Posclásico Tardío dan fe de la irrupción de los tarascos en la cuenca del Balsas buscando recursos (Pollard 2004; Lieto *et al.* 2019). Así lo indican tanto este nuevo índice (iZ), mos-

trando el segundo valor negativo de la serie (-1.21), como el abrupto descenso de los recursos disponibles (0.4140, es decir, una variación del -58.60 % respecto al periodo anterior) y el significativo riesgo de guerra (1.35) registrados (unidos a la considerable disminución de la población representada, 0.2308, -76.92 %). Sin duda, asistimos a una época oscura, aunque no tanto como la del Clásico Tardío. Este fenómeno, también conocido por otras fuentes (Izquierdo-Egea 2018c: 69-70; Baudez 2013; Isendahl *et al.* 2014) entre los mayas de ese último periodo, disipa la aparente paradoja planteada por el incremento de la actividad económica y el descenso de la desigualdad social.

CONCLUSIONES

1. La ley fundamental de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía* es la pieza clave de su teoría. A partir de la misma, se irán articulando otras leyes, axiomas y postulados que vieron nacer los cimientos de esta nueva disciplina científica con el *método de valoración contextual* a partir de 1990 (Izquierdo-Egea 2017a).

2. Podemos conocer el estado de una sociedad en un momento determinado observando cuantitativamente el índice iZ en función de nueve parámetros de fenómenos sociales medidos a partir del registro funerario. La primera ley o ley fundamental de la AFS, aplicada al contexto mortuario a través de una ley intermedia o de alcance medio, lo hace posible.

3. La ecuación del iZ integra todos los parámetros hasta ahora calculados. Es, pues, una síntesis de todos ellos que expresa de forma precisa el estado de progreso o retroceso material en el que se encuentra una de-

terminada sociedad o civilización a lo largo del tiempo. Constituye en la actualidad la herramienta más avanzada de la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* para conocer la información más relevante relativa al desarrollo o evolución de las sociedades a través de sus restos materiales.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BAUDEZ, C. F. 2013. Guerras y crisis. En *Millenary Maya Societies: Past Crises and Resilience*, eds. M. C. Arnauld y A. Breton, pp. 318-322.
- FLORES, J. C., P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>.
- ISENDAHL, C., N. P. DUNNING, J. A. SABLOFF. 2014. Growth and Decline in Classic Maya Puuc Political Economies. *Archeological Papers of the American Anthropological Association* 24: 43-55.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <http://purl.org/aia/4011>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <http://purl.org/aia/4206>.
- LIETO, J., H. P. POLLARD, A. D. JONES. 2019. Cahequa del Rey: evidencia arqueológica y lingüística del uso del cacao en el Posclásico Tardío de Tzintzuntzan, Michoacán, México. *Arqueología Iberoamericana* 41: 30-40.
- MALDONADO CÁRDENAS, R. 1980. *Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- POLLARD, H. P. 2004. El Imperio tarasco en el mundo mesoamericano. *Relaciones* 25/99: 116-142. El Colegio de Michoacán.

RESEARCH ADVANCE

TERMODINÁMICA Y ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

Thermodynamics and the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Pina de Ebro (Aragon, Spain)
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Hay una estrecha relación entre la termodinámica y la arqueología de los fenómenos sociales o arqueonomía a través de la energía libre de Gibbs y otros parámetros vinculados. Esta nueva aproximación cuantitativa revela su enorme utilidad al aplicarla al análisis de la Gran Recesión en los Estados Unidos de América. También arroja resultados significativos en el caso de las civilizaciones antiguas mediante su registro funerario, aunque obviamente las sociedades actuales ofrecen información más precisa a la hora de probar la capacidad predictiva de estas nuevas técnicas científicas.*

PALABRAS CLAVE. *Termodinámica; arqueología teórica; fenómenos sociales; registro funerario; Gran Recesión.*

ABSTRACT. *There is a close relationship between thermodynamics and the archaeology of social phenomena (or archaeonomy) through Gibbs free energy and linked parameters. This new quantitative approach reveals its enormous utility when applied to the analysis of the Great Recession in the United States of America. It also yields significant results in the case of ancient civilizations through their mortuary record, although obviously current societies offer more accurate information when testing the predictive capacity of these new scientific techniques.*

KEYWORDS. *Thermodynamics; theoretical archaeology; social phenomena; mortuary record; Great Recession.*

INTRODUCCIÓN

La ley fundamental de la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* (Izquierdo-Egea 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b; Flores e Izquierdo 2018) establece que «en ausencia de manipulación ideológica premeditada, los fenómenos sociales quedan registrados en los restos materiales de una sociedad» (Izquierdo-Egea 2019b: 68).

Partiendo de tan sólido fundamento, a propósito de la ecuación de Boltzmann sobre la entropía, se vislumbraba la conexión de la termodinámica con la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía*

(Izquierdo-Egea 2018d) y el enorme abanico de posibilidades que este nuevo horizonte ofrecía para el desarrollo de esa nueva disciplina científica.

Con la presente contribución se aportan nuevos avances que no solo refuerzan dicho vínculo entre ambas ciencias, sino que permiten a la AFS dar pasos agigantados hacia su completa conversión en una disciplina científica nomotética y predictiva de naturaleza social.

Partiendo de la noción de energía libre de Gibbs en termodinámica (Planck 1969; Callen 1981; Levine 2004; Klotz y Rosenberg 2008; Borgnakke y Sonntag 2013; DeVoe 2015), se deduce un nuevo parámetro (E) capaz de medir la reversibilidad o irreversibilidad de un proceso social. Además, se ha desarrollado otro (Q) que

Recibido: 17-12-2019. Aceptado: 23-12-2019. Publicado: 31-12-2019.

determina la estabilidad o inestabilidad de la sociedad durante dicho proceso, introduciendo el concepto de cohesión asociado al orden como la inversa de la conflictividad representativa del caos. Si relacionamos ambas variables determinando la diferencia entre ambas, se obtiene Q. Esos dos nuevos parámetros son fundamentales para comprender los mecanismos internos que regulan la evolución de los procesos sociales.

Estas nuevas técnicas no solo son aplicables a sociedades remotas en el tiempo sino también a las actuales, lo cual convierte a la AFS (o *arqueonomía*) en una ciencia social del pasado y del presente que, además, sirve de puente entre las ciencias sociales y las naturales (termodinámica).¹

MIDIENDO LA REVERSIBILIDAD DE LOS PROCESOS SOCIALES A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO

La energía libre de Gibbs (ΔG) de los procesos termodinámicos se puede aplicar a los procesos sociales:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \quad (1)$$

El incremento de la desigualdad social (ΔD) es equiparable al de la entalpía (ΔH), así como la riqueza relativa (R) lo es a la temperatura (T) y el incremento de la conflictividad social (ΔC) al de la entropía (ΔS). De ese modo, obtenemos:

$$E = \Delta D - R \cdot \Delta C \quad (2)$$

Donde si bien el valor de esta energía libre (E) ya expresa la reversibilidad o irreversibilidad (cuando el valor obtenido es negativo) de los procesos sociales, detectables cuando se observa cuantitativamente la variabilidad de los ajuares funerarios, se emplea su incremento (ΔE) como indicador más preciso de la tendencia seguida por dicho parámetro para poder predecir el estallido de una crisis económica, tal como veremos en el caso que ilustra su aplicación empírica.

$$\Delta E = E - E_0 \quad (3)$$

Siendo E_0 el valor de la variable en el momento anterior al considerado (E).

¹ Es una ciencia social capaz de predecir de forma inversa (pasado) o directa (presente).

MIDIENDO LA ESTABILIDAD DE LOS PROCESOS SOCIALES A TRAVÉS DEL REGISTRO FUNERARIO

Es necesario introducir un nuevo parámetro (iO) para medir el grado de cohesión social (O). Este índice se obtiene de la siguiente manera. Por definición, O es la inversa de la conflictividad social (C): $O = 1/C$ (así como la rareza es la inversa de la frecuencia). Luego, si $C = D/R$, entonces $O = R/D$. En otras palabras, la cohesión social (O) será directamente proporcional a la riqueza relativa (R) e inversamente proporcional a la desigualdad social (D). Ya sabíamos que $iC = iD/iR$ e $iC = C/C_0$, luego $iO = iR/iD$ e $iO = O/O_0$.

Podemos relacionar ambos índices (iO , iC) creando un nuevo parámetro (Q) que mida la estabilidad o inestabilidad (cuando la variable toma valores negativos) de los procesos sociales como resultado de la sustracción entre la variación temporal de la cohesión y la de la conflictividad social:

$$Q = iO - iC \quad (4)$$

Finalmente, tomamos su incremento (ΔQ) para observar la tendencia de este parámetro social (Q) en función del tiempo con fines predictivos:

$$\Delta Q = Q - Q_0 \quad (5)$$

PREDICIENDO LA EVOLUCIÓN DE LOS PROCESOS SOCIALES

Aunque E, Q, ΔE y ΔQ son suficientes para observar la trayectoria temporal de la economía de una determinada sociedad y predecir el posible inicio de una contracción económica (recesión, crisis), todavía podemos ir más allá. De hecho, si combinamos dos de esos nuevos parámetros (ΔE , ΔQ) sumando sus magnitudes, obtenemos un indicador (F) que permite ayudar a predecir la evolución de los procesos sociales:

$$F = \Delta E + \Delta Q \quad (6)$$

Esta técnica suele mostrar su mayor efectividad si se aplica a series temporales con datos macroeconómicos de países actuales. Por otro lado, se ha comprobado empíricamente en algunos de estos estados la relación directa entre F y la variación temporal del índice de riqueza relativa (ΔiR), con la ventaja de que este último

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie temporal correspondiente a los Estados Unidos de América (2003-2018).

Año	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iP	iA	W	K	G	U	Z	E	ΔE	O	iO	Q	ΔQ	
2003	39,77	46,40	1,17	290,11	248,66													0,86				
2004	43,51	46,60	1,07	292,81	273,39	1,0940	1,0043	0,9180	1,0093	1,0995	1,20	0,84	0,83	1,21	0,44	4,36		0,93	1,09	0,17		
2005	46,19	46,90	1,02	295,52	291,05	1,0616	1,0064	0,9480	1,0093	1,0646	1,13	0,89	0,89	1,13	0,28	2,87	-1,49	0,98	1,05	0,11	-0,06	
2006	47,88	47,00	0,98	298,38	303,97	1,0366	1,0021	0,9668	1,0097	1,0444	1,08	0,93	0,93	1,09	0,19	1,72	-1,15	1,02	1,03	0,07	-0,04	
2007	48,50	46,30	0,95	301,23	315,54	1,0129	0,9851	0,9725	1,0096	1,0381	1,05	0,96	0,94	1,08	0,14	0,61	-1,11	1,05	1,03	0,06	-0,01	
2008	48,98	46,60	0,95	304,09	319,62	1,0099	1,0065	0,9966	1,0095	1,0129	1,02	0,99	0,98	1,03	0,05	0,46	-0,15	1,05	1,00	0,01	-0,05	
2009	47,73	46,80	0,98	306,77	312,87	0,9745	1,0043	1,0306	1,0088	0,9789	0,95	1,06	1,05	0,96	-0,12	-1,19	-1,65	1,02	0,97	-0,06	-0,07	
2010	48,99	47,00	0,96	309,33	322,43	1,0264	1,0043	0,9784	1,0083	1,0306	1,06	0,95	0,95	1,06	0,13	1,24	2,42	1,04	1,02	0,04	0,10	
2011	50,57	47,70	0,94	311,58	330,33	1,0323	1,0149	0,9832	1,0073	1,0245	1,06	0,95	0,96	1,05	0,11	1,52	0,28	1,06	1,02	0,03	-0,01	
2012	52,76	47,70	0,90	313,87	347,17	1,0433	1,0000	0,9585	1,0073	1,0510	1,10	0,92	0,91	1,10	0,22	2,07	0,55	1,11	1,04	0,08	0,05	
2013	53,94	47,60	0,88	316,06	358,16	1,0224	0,9979	0,9761	1,0070	1,0317	1,05	0,95	0,95	1,06	0,13	1,07	-1,00	1,13	1,02	0,05	-0,04	
2014	55,85	48,00	0,86	318,39	370,46	1,0354	1,0084	0,9739	1,0074	1,0344	1,07	0,94	0,94	1,07	0,15	1,69	0,62	1,16	1,03	0,05	0,00	
2015	56,70	47,90	0,84	320,74	379,67	1,0152	0,9979	0,9830	1,0074	1,0248	1,04	0,97	0,96	1,05	0,10	0,73	-0,95	1,18	1,02	0,03	-0,02	
2016	57,17	48,10	0,84	323,07	383,99	1,0083	1,0042	0,9959	1,0073	1,0114	1,02	0,99	0,98	1,02	0,04	0,40	-0,33	1,19	1,00	0,01	-0,03	
2017	59,16	48,20	0,81	325,15	399,08	1,0348	1,0021	0,9684	1,0064	1,0393	1,08	0,94	0,93	1,08	0,17	1,67	1,28	1,23	1,03	0,06	0,06	
2018	62,85	48,60	0,77	327,17	423,10	1,0624	1,0083	0,9491	1,0062	1,0602	1,13	0,89	0,90	1,12	0,27	3,01	1,33	1,29	1,05	0,10	0,04	

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de la población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; W: índice de White; K: índice de riesgo de colapso; G: índice de riesgo de guerra; U: índice de desarrollo urbano; Z: índice de estado de una sociedad; E: energía libre (reversibilidad del proceso social); ΔE: incremento de la energía libre; O: cohesión social; iO: índice de cohesión social; Q: estabilidad del proceso social; ΔQ: incremento de la estabilidad del proceso social.

indicador de la evolución de los procesos sociales es más simple:

$$\Delta iR = iR - iR_0 \quad (7)$$

APLICACIONES EMPÍRICAS

Las civilizaciones antiguas de Iberia y Mesoamérica

La contrastación empírica de estas técnicas a través de un enfoque intercultural está demostrando su fructífera aplicación a contextos tan dispares como la protohistoria ibérica, la Mesoamérica prehispánica o el mundo actual. Quizás su dimensión más impactante sea la posibilidad que ofrecen de predecir tanto procesos sociales remotos como contemporáneos, lo cual constituye un nuevo gran logro de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía*.

El incremento de la variación temporal de la riqueza relativa (ΔiR) como técnica predictiva ha sido confir-

mado empíricamente en dos contextos arqueológicos muy distantes espacial y temporalmente: el Bajo Ebro, en la península ibérica, durante la primera mitad del siglo V antes de nuestra era, a propósito de anunciar materialmente la gran crisis ibérica de la segunda parte de dicha centuria; y la cuenca del Balsas, en México, donde el registro funerario del Clásico Temprano hace lo propio respecto al colapso de las civilizaciones clásicas en la Mesoamérica prehispánica que acontece en el periodo posterior (Clásico Tardío). Por tanto, esta técnica es capaz de predecir la crisis del periodo ulterior y sostiene la *predictibilidad* de la AFS que, junto con su capacidad *nomotética* de formular *leyes* basadas en las evidencias empíricas, conforma la indiscutible *cientificidad* de esta nueva disciplina apoyada en ambos sólidos pilares.

En el caso de la necrópolis orientalizante de Medellín (España), cuyos resultados analíticos permanecen inéditos, es la medición de la energía libre —que permite observar la reversibilidad o irreversibilidad del proceso social— la que arroja luz: el valor de -3.09 indica que en 650-625 (el tercer cuarto del siglo VII antes de

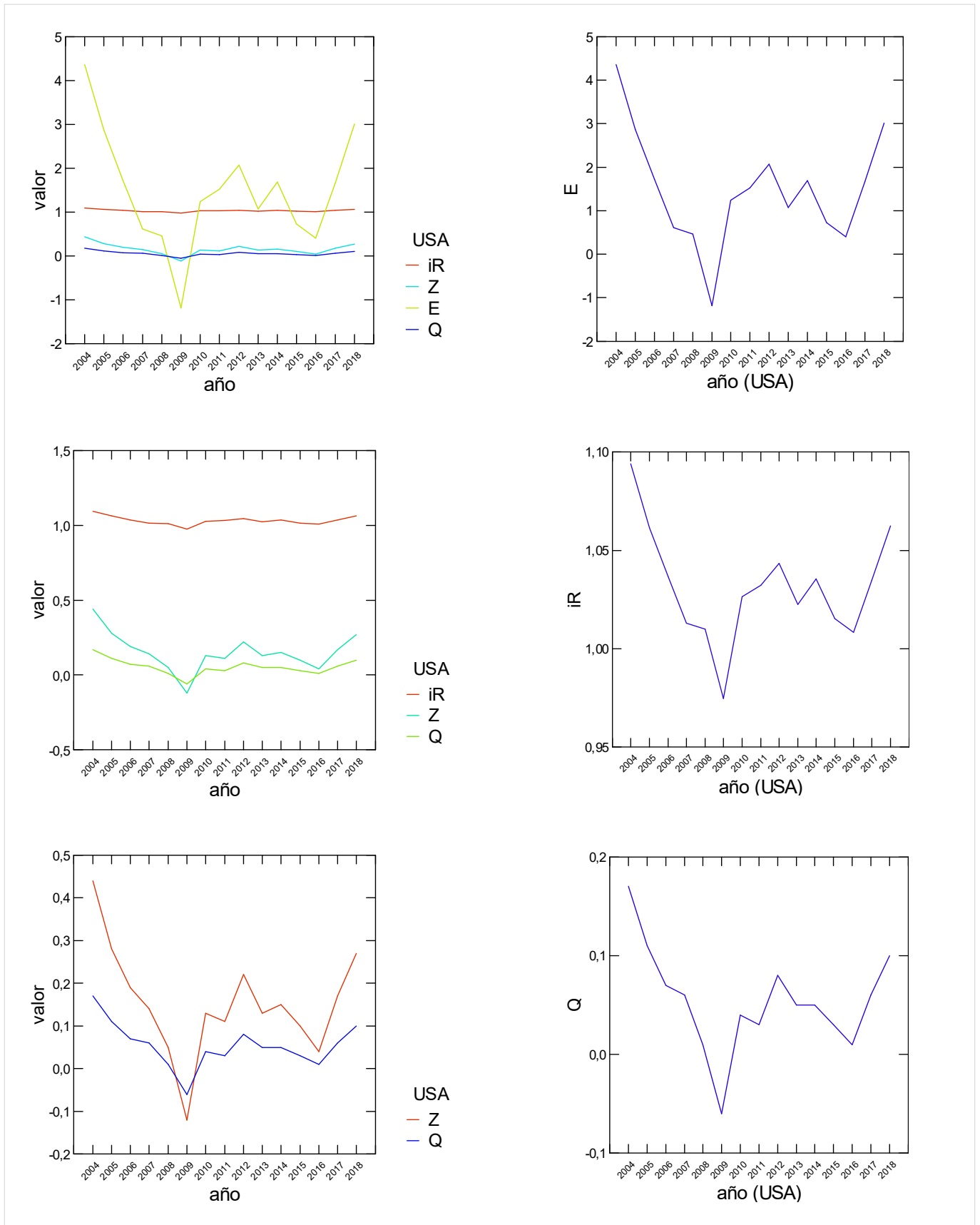


Figura 1. Representación gráfica de los siguientes parámetros sociales (iR, Z, E, Q) de la serie temporal correspondiente a los Estados Unidos de América (2003-2018): índice de riqueza relativa (iR), índice de estado de una sociedad (Z), energía libre que expresa la reversibilidad o irreversibilidad de los procesos sociales (E) y estabilidad o inestabilidad de la sociedad estudiada en un momento dado (Q). Obsérvese cómo todos estos indicadores expresan claramente la Gran Recesión registrada en el año 2009 según el parámetro R (riqueza relativa) y que acabó extendiéndose por todo el mundo.

nuestra era) ya aparecen síntomas de la crisis económica registrada en el siguiente periodo, es decir, el último cuarto de dicha centuria (625-600 a. C), si bien es el único síntoma hasta ahora detectado mediante esta técnica predictiva. En otras palabras, «predice» esa crisis. Ese dato negativo ($E < 0$) muestra que el proceso es irreversible y la política económica (gestión de la economía) ha fracasado a la hora de contener los efectos adversos de una recesión económica.

En la cuenca del río Balsas también se aprecia, según el ΔE y el ΔQ , un aumento tanto de la irreversibilidad como de la inestabilidad en el Clásico Temprano que conducirán a la posterior crisis económica y social del Clásico Tardío.

La Gran Recesión en los Estados Unidos de América

Dejando atrás el registro funerario como fuente de información, podemos usar los datos macroeconómicos de las sociedades contemporáneas para aplicar estas técnicas analíticas. En la tabla 1 apreciamos que la crisis económica desatada por la Gran Recesión estalla *stricto sensu* en 2009 en los Estados Unidos de América, antes de contagiarse al resto del mundo, según los datos del Banco Mundial (2019a) (INB o ingreso nacional bruto per cápita, que se corresponde con nuestra riqueza relativa R de la primera columna, expresada en millares de dólares). A simple vista, se observa cómo la economía se va desacelerando desde 2004 hasta tocar fondo en 2009 (columna del índice de variación temporal, iR).

En ese momento crítico saltan las alarmas de todos los indicadores. La actividad económica disminuye (R , iR), la desigualdad social sigue creciendo (D) y la conflictividad también se incrementa ligeramente, alcanzando el máximo de la serie. Para medir la desigualdad, se emplea el coeficiente de Gini, o sea el índice expresado en porcentaje publicado por el Censo de los Estados Unidos de América (Semega *et al.* 2019: 35-36).² En cambio, el efecto de la crisis no repercute, ni en 2009 ni posteriormente, sobre la evolución de la demografía, pues la población anotada en millones (Banco Mundial 2019b) sigue creciendo sin interrupciones —tan solo se aprecia una ligerísima desaceleración a partir de 2007 según su índice de variación temporal (iP), obte-

² Para los países europeos, la desigualdad social se toma del coeficiente de Gini publicado en línea por Eurostat (Comisión Europea).

nido al dividir la población del año considerado (P) por la del año anterior (P_0).

Otros parámetros muestran la gravedad del momento. Así, el índice de White (W) exhibe el retroceso a nivel de cambio cultural más bajo de toda la serie temporal. Por su parte, el índice de riesgo de colapso (K) también alcanza su valor más alto, que empieza a ser preocupante cuando $K > 1$ (1.06). Ocurre lo mismo con el riesgo de guerra (G), aun cuando apenas sobrepase la unidad (1.05, $G > 1$). De igual manera, el índice de desarrollo urbano (U) desciende, mostrando el valor más bajo (0.96, $U < 1$) de toda la serie, como en el caso del citado retroceso del cambio cultural (0.95, $W < 1$), con el cual guarda una estrecha similaridad.

La energía libre (E) va descendiendo progresivamente desde 2004 hasta el año en que se manifiesta la crisis económica ahora conocida como Gran Recesión. En 2009 cae hasta alcanzar un significativo valor negativo (-1.19 , $E < 0$) que no se repetirá en toda la serie (2004-2018). Este parámetro está expresando la gravedad de la adversa situación que atraviesan los Estados Unidos de América en ese momento. El proceso se ha vuelto irreversible por el fracaso de la política económica aplicada y la mala gestión de la crisis.³ Como puede observarse en la tabla 1, en los primeros años que siguieron se supo reaccionar y las medidas tomadas dieron su fruto, si bien hubo sobresaltos que ponen de manifiesto los incrementos negativos de dicho parámetro (ΔE). Este último indicador exhibe su enorme utilidad a la hora de advertir o predecir el probable estallido de la crisis en los años precedentes, tal como hiciera el iR .

En 2009 también se registra un descenso de la cohesión social (O , iO). Finalmente, se observa en la serie una progresiva disminución de la estabilidad sistémica de la sociedad norteamericana: Q cae hasta -0.06 ($Q < 0$), mientras que el ΔQ anunciaba o predecía en los años previos a la crisis su inminente estallido.

En la primera gráfica de la figura 1 se representan cuatro parámetros: iR , Z , E y Q . Tan solo se puede apreciar la evolución de uno solo (E) a través de su curva, el cual aparece aislado en la siguiente gráfica. Para hacer lo mismo con los restantes, se suprime este último. Sin embargo, tampoco se consigue un buen resultado de esta manera. Si ahora separamos la curva del

³ Si la energía libre (E) negativa ($E < 0$) expresa la irreversibilidad del proceso social, es decir, la crisis de la gestión de la economía o de la política económica; cuando su incremento también se hace negativo ($\Delta E < 0$) de forma prolongada está anticipando o prediciendo el ulterior estallido de la contracción de la economía.

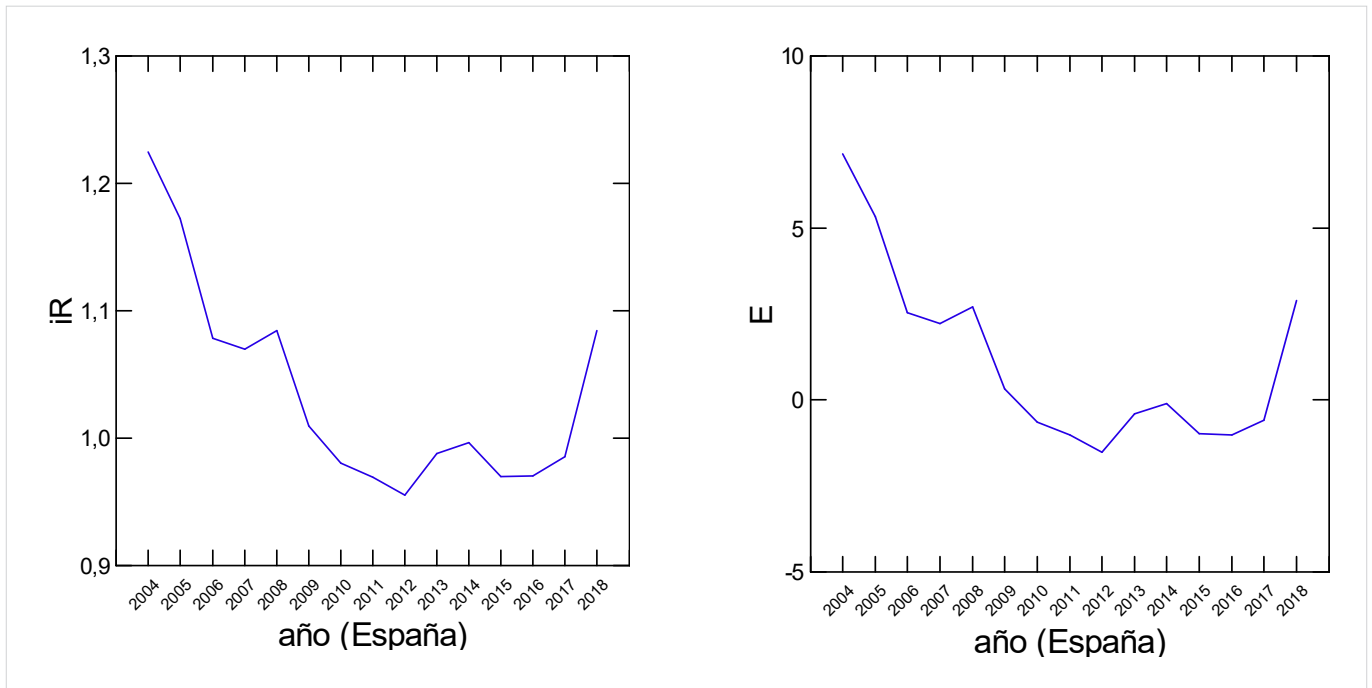


Figura 2. Representación gráfica del índice de riqueza relativa (iR) y la energía libre que expresa la reversibilidad ($E > 0$) o irreversibilidad ($E < 0$) de los procesos sociales en la serie temporal correspondiente a España (2004-2018). Obsérvese cómo ambos indicadores reflejan claramente los efectos de la Gran Recesión registrada en el año 2009 según el parámetro R (riqueza relativa).

iR, dejando tan solo en la gráfica conjunta los parámetros Z y Q, ya conseguimos apreciar claramente su evolución temporal, que muestra gran semejanza, sobre todo si aislamos la curva de Q. No obstante, la mayor similitud se da, tal como puede verse en la figura 1, entre iR y E. De hecho, ambas curvas son casi idénticas.⁴ La semejanza visualizada a través de las curvas es confirmada por el coeficiente de correlación de Pearson para iR/E (0.9998) y Z/Q (0.9964). En todos estos cuatro parámetros se cumplen las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk y Anderson-Darling) (SYSTAT 2007).

Sin embargo, el ejemplo paradigmático de los Estados Unidos de América no es el único. La similitud entre la curvas iR y E también se ha detectado en otros países actuales como España (fig. 2) o la Mesoamérica prehispánica (Teotihuacan, cuenca del Balsas). Esto viene a decir que la evolución de la economía (iR) es directamente proporcional a la gestión política de la misma (E). En otras palabras, las decisiones tomadas en la gestión de la economía, tanto si son acertadas como si no lo son, siempre influirán de forma decisiva en el devenir de la actividad económica.

Respecto a la estrecha relación entre Z y Q, aunque no sea tan exacta como en el caso de iR y E, significa que el estado general de una sociedad (Z) es directamente proporcional a la estabilidad de la misma (Q) en un momento determinado.

El propósito de esta modesta contribución ha sido mostrar la enorme utilidad de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) para ampliar nuestro conocimiento sobre un fenómeno social tan actual como la Gran Recesión, sin menoscabo de otros estudios imprescindibles para entender su complejidad (Cochrane *et al.* 2011; Lakner y Milanovic 2013, 2015; Pfeffer *et al.* 2013; Christiano *et al.* 2015; Cynamon y Fazzari 2015).

CONCLUSIONES

1. Hemos visto cómo, al remontarnos en el tiempo a través de la serie temporal estadounidense, se observan con nitidez los síntomas de esa crisis conocida como Gran Recesión, años antes de que se hiciera claramente visible a través de la caída de la riqueza relativa en 2009. En otra publicación que seguirá a la presente se abordarán los efectos de la Gran Recesión norteamericana que contagió a numerosos países de todo el mundo, afectando seriamente a su actividad financiera, comercial y productiva. Hasta ahora se han estudiado

⁴ Observando por separado cada uno de esos parámetros y comparándolos entre sí, se hace todavía más evidente la similitud existente en la tendencia seguida por ambos.

Irlanda, el Reino Unido, Alemania, Francia, Portugal, España, Italia y Grecia. Anticipando sus resultados, se aprecia una desaceleración de la economía previa a la eclosión de una crisis que se extendió ampliamente por el mundo actual, impactando con mucha mayor dureza fuera de esos Estados Unidos de América que la gestaron y desencadenaron.

2. El nuevo avance científico aquí presentado permite a la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía* sustentar la solidez de su edificio teórico mediante dos nuevos pilares fundamentales: la energía libre (E) —concepto tomado de la termodinámica y adaptado al contexto arqueológico del registro funerario— que mide la reversibilidad/irreversibilidad de un proceso social y otro parámetro (Q) que hace lo mismo con la estabilidad/inestabilidad de la sociedad inmersa en dicho proceso, los cuales contribuyen de forma decisiva a conformar la naturaleza científica y capacidad predictiva de esta avanzada disciplina social.

3. Demostrada la predictibilidad de los procesos sociales mediante la AFS, su aplicación al mundo actual

no solo arroja esperanzadores resultados a nivel predictivo sino que evidencia su enorme utilidad para comprender la complejidad de las sociedades humanas, tal como se vislumbra a través del caso de la Gran Recesión de 2008, cuyos efectos quedaron registrados a partir del año 2009 según se ha visto en el caso analizado.

Reflexión final

Ante evidencias tan aplastantes acumuladas durante tantos años, la comunidad científica debería plantearse no solo reconocerlas si quiere seguir siendo respetada, sino también considerar si la actual arqueología debe convertirse en una verdadera disciplina científica siguiendo el firme camino trazado por la *arqueología de los fenómenos sociales* tras el sonoro fracaso de otros intentos anteriores; o bien, si ello no fuera posible, admitir a esta última como una verdadera ciencia nomotética con su nueva denominación de *arqueonomía*. Esa es la verdadera revolución arqueológica pendiente.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL. 2019a. *INB per cápita, método Atlas (US\$ a precios actuales)*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.PCAP.CD>.
- BANCO MUNDIAL. 2019b. *Población, total*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>.
- BORGNACKE, C., R. E. SONNTAG. 2013. *Fundamentals of Thermodynamics*. Hoboken, Nueva Jersey: Jon Wiley & Sons. [8.^a ed.]
- CALLEN, H. B. 1981. *Termodinámica: introducción a las teorías físicas de la termostática del equilibrio y de la termodinámica irreversible*. Madrid: Editorial AC.
- CHRISTIANO, L. J., M. S. EICHENBAUM, M. TRABANDT. 2015. Understanding the great recession. *American Economic Journal: Macroeconomics* 7/1: 110-167.
- COCHRANE, J. H. 2011. Understanding policy in the great recession: Some unpleasant fiscal arithmetic. *European Economic Review* 55/1: 2-30.
- CYNAMON, B. Z., S. M. FAZZARI. 2015. Inequality, the Great Recession and slow recovery. *Cambridge Journal of Economics* 40/2: 373-399.
- DEVOE, H. 2015. *Thermodynamics and Chemistry*. College Park, Maryland. [2.^a ed.]
- FLORES, J. C, P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. *Advances in Archaeology* 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.

- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <http://purl.org/aia/4011>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <http://purl.org/aia/4206>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <http://purl.org/aia/4308>.
- KLOTZ, I. M., R. M. ROSENBERG. 2008. *Chemical Thermodynamics: Basic Concepts and Methods*. Hoboken, Nueva Jersey: Jon Wiley & Sons. [2.^a ed.]
- LAKNER, C., B. MILANOVIC. 2013. *Global Income Distribution: From the Fall of the Berlin Wall to the Great Recession*. The World Bank.
- LAKNER, C., B. MILANOVIC. 2015. La distribución global del ingreso. De la caída del Muro de Berlín a la Gran Recesión (Global Income Distribution: From the Fall of the Berlin Wall to the Great Recession). *Revista de Economía Institucional* 17/32: 71-128.
- LEVINE, I. N. 2004. *Fisicoquímica*. Vol. 1. Madrid: McGraw-Hill. [5.^a ed.]
- PFEFFER, F. T., S. DANZIGER, R. F. SCHOENI. 2013. Wealth disparities before and after the Great Recession. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 650/1: 98-123.
- PLANCK, M. 1969 [1917]. *Treatise on Thermodynamics*. Mineola, Nueva York: Dover Publications.
- SEMEGA, J., M. KOLLAR, J. CREAMER, A. MOHANTY. 2019. *Income and Poverty in the United States: 2018*. Current Population Reports. United States Department of Commerce, U.S. Census Bureau.
- SYSTAT SOFTWARE, INC. 2007. *SYSTAT® 12. Language Reference*. Chicago.

RESEARCH ADVANCE

SOBRE LA LEY DE LA CONFLICTIVIDAD EN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

On the Law of Conflict in the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Zaragoza, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Este breve artículo arroja luz sobre la conflictividad social inferida a partir del registro arqueológico y su relación con la termodinámica a través de la entropía, estableciendo finalmente una nueva ley para la arqueología de los fenómenos sociales.*

PALABRAS CLAVE. *Ley; conflictividad social; arqueología; fenómenos sociales.*

ABSTRACT. *This brief contribution sheds light on social conflict as inferred from the archaeological record and its relationship with thermodynamics through entropy, lastly establishing a new law for the archaeology of social phenomena.*

KEYWORDS. *Law; social conflict; archaeology; social phenomena.*

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos sociales, a pesar de su complejidad, no dejan de estar sometidos a las leyes de la naturaleza. No son más que fenómenos naturales generados por el comportamiento humano en comunidad. Y «pueden inferirse a partir del registro mortuario observando sus variaciones en función del tiempo mediante técnicas cuantitativas» (Izquierdo-Egea 2019b: 68). Aquí se aborda nuevamente la conexión entre arqueología y termodinámica, aunque en esta ocasión se lleva a cabo a través de la conflictividad social y la entropía.

CONFLICTIVIDAD SOCIAL Y ARQUEOLOGÍA

La observación empírica de abundantes evidencias materiales permitió formular y medir la conflictividad

social a partir del registro arqueológico. De hecho, se documentaron numerosos casos correspondientes a situaciones de crisis (cf. Izquierdo-Egea 2015) donde crecía la conflictividad social (C) cuando disminuía la riqueza relativa (R) amortizada en los ajueres funerarios y aumentaba la desigualdad social (D) estimada a partir de su variabilidad. Es decir, C era inversamente proporcional a R y directamente proporcional a D. Todo lo cual podía plasmarse en una simple ecuación matemática de gran alcance ($C = D/R$) que había sido avanzada y probada con éxito poco antes (v. Izquierdo-Egea 2013: 35; 2014a: 11; 2014b: 7), si bien realmente fue concebida en el año 2012.

Además, como la riqueza relativa (R) muestra el estado de la economía, podemos deducir, expresando la anterior fórmula de otra manera ($R = D/C$), que la actividad económica disminuirá cuando aumente la conflictividad social y crecerá cuando esta última disminuya.

Recibido: 17-3-2020. Aceptado: 24-3-2020. Publicado: 31-3-2020.

CONFLICTIVIDAD SOCIAL Y TERMODINÁMICA

La ecuación de la conflictividad social fue concebida en 2012 y en ese mismo año se vislumbró por primera vez su relación con el concepto de entropía en termodinámica (Planck 1917; Callen 1981; Boltzmann 1995; Young & Freedman 2009), aunque esta conexión no se publicó hasta 2018 (v. Izquierdo-Egea 2018d).

La conflictividad social como entropía

Al comparar entre sí las ecuaciones de la conflictividad social ($C = D/R$) y la entropía ($dS = \delta Q/T$ o $S = Q/T$) salta a la vista la similitud entre ambas magnitudes macroscópicas, no solo porque se pueda considerar que C es una forma de S , sino también debido a que el calor (Q) es una variable microscópica equiparable a la naturaleza de la desigualdad (D) como parámetro social (porque expresa cómo se reparte o distribuye la riqueza económica a nivel individual). De la misma manera, la temperatura (T) es una magnitud macroscópica como la riqueza relativa (R) (Izquierdo-Egea 2018d: 102).

Sobre esta cuestión, los físicos teóricos, a pesar de su extraordinario dominio de las técnicas matemáticas más avanzadas, no parecen aclarar nada cuando especulan sobre la termodinámica de las desigualdades económicas suponiendo una analogía entre la estratificación económica y la entropía estadística (v. g. Smerlak 2016), porque no apoyan su teoría sobre ninguna base empírica que aporte evidencias irrefutables.

La conflictividad social y la segunda ley de la termodinámica

La ecuación de la energía libre ($\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$) adaptada a los procesos sociales del pasado y del presente (Izquierdo-Egea 2019c: 81) cumple la segunda ley de la termodinámica.

Dicha ecuación ($E = \Delta D - R \cdot \Delta C$) se puede transformar en $\Delta C = (\Delta D - E)/R$:

$$\Delta C = \frac{\Delta D - E}{R} \quad (1)$$

Es decir, si el proceso es irreversible porque la energía libre es negativa ($E < 0$), entonces la entropía expresada por la conflictividad social (ΔC) aumentará (porque entonces E no restaría sino que sumaría en el

numerador), cumpliéndose así la segunda ley de la termodinámica en esas situaciones críticas del devenir humano. En otras palabras, cuando un proceso es irreversible aumenta la entropía (Tolman & Fine 1948; Prigogine 1978; Serway & Jewett 2008), o sea, la conflictividad social.

Paradoja: inestabilidad vs. irreversibilidad

Esto es lo que cabría esperar, pero, al contrastar empíricamente esta ley de la termodinámica, surge una paradoja: no es la irreversibilidad sino la inestabilidad la condición para que se produzca un incremento de la entropía. Por tanto, es preciso reformular la segunda ley de la termodinámica en su aplicación a los fenómenos sociales: *cuando un proceso social es inestable, aumenta la entropía (desorden) en la forma de conflictividad*; porque no siempre ocurre lo mismo cuando el proceso es irreversible (definido por $E < 0$). Esto sucede tanto en las sociedades modernas (p. ej., Alemania, España, etc.) como en las antiguas (p. ej., la Mesoamérica prehispánica según muestra el registro funerario de la cuenca del río Balsas en México).

LA COMPLEJIDAD SOCIAL

Este fenómeno social de indudable trascendencia en el devenir de la humanidad ya fue abordado tiempo atrás (v. Izquierdo-Egea 2015). Allí se empleó la siguiente ecuación de la desigualdad para hablar de la complejidad social (ibíd.: 14): $D = (P \cdot R)/A$. Esta nos dice que la complejidad, representada por la desigualdad social (D), aumentará cuando disminuyan los recursos disponibles (A) y se incremente la población (P) así como la actividad de la economía expresada por la riqueza relativa (R). Es decir, ya entonces se veía claramente que el crecimiento demográfico, o sea, el tamaño de la población, condicionaba directamente la complejidad de la sociedad. En otras palabras, cuanto mayor fuese la población, mayor sería su complejidad.

Aquí se presenta otra ecuación, más simple y más precisa, para medir la complejidad social (X); donde esta es directamente proporcional al producto del tamaño de la población (P) por la desigualdad social (D):

$$X = P \times D \quad (2)$$

Los resultados obtenidos aplicándola al mundo actual (Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña, Fran-

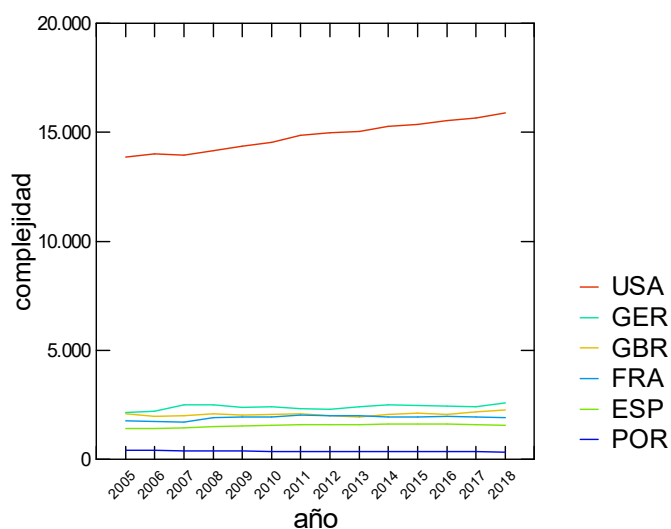


Figura 1. Representación gráfica de la complejidad social de las series temporales (2005-2018) correspondientes a los Estados Unidos de América (USA), Alemania (GER), Gran Bretaña (GBR), Francia (FRA), España (ESP) y Portugal (POR). Obsérvese cómo el primero de estos países presenta una complejidad social tan elevada que se distancia enormemente de los restantes, quedando estos últimos agrupados en el fondo.

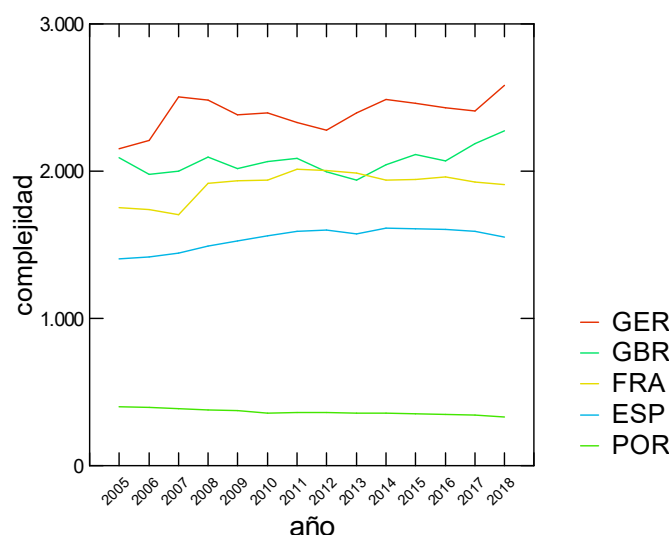


Figura 2. Representación gráfica de la complejidad social de las series temporales (2005-2018) correspondientes a Alemania (GER), Gran Bretaña (GBR), Francia (FRA), España (ESP) y Portugal (POR). Obsérvese cómo ahora se aprecian perfectamente las diferencias en la complejidad social de estos países, enmascaradas en la anterior gráfica por los Estados Unidos de América (USA), cuya representación individual aparece en la figura 3.

cia, España, Portugal, etc.) son muy significativos y coherentes. Precisamente, los citados países aparecen ordenados de mayor a menor complejidad. Esto se puede observar en las gráficas de las figuras 1 y 2, elaboradas tomando los datos del Banco Mundial (2019a, 2019b) para el ingreso nacional bruto per cápita (INB, que se corresponde con nuestra riqueza relativa R) y la población respectivamente. Para estimar la desigualdad social en estos países, se usa el coeficiente de Gini, o sea, el índice expresado en porcentaje publicado por el Censo de los Estados Unidos de América (Semega *et al.* 2019: 35-36) y Eurostat (2019) para los estados europeos.

Complejidad social y conflictividad

Para relacionar la complejidad (X) con la conflictividad social (C), basta combinar la anterior expresión (2) con la de este último parámetro ($C = D/R$), sustituyendo en la primera $D = C \times R$, resultando:

$$X = P \times C \times R \quad (3)$$

Es decir, la complejidad social es directamente proporcional al producto de tres factores: el tamaño de la población, su conflictividad interna y la riqueza relativa o actividad económica.

LA LEY DE LA CONFLICTIVIDAD EN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

La ley fundamental de la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* (Izquierdo-Egea 2013, 2014a, 2014b, 2015, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c,

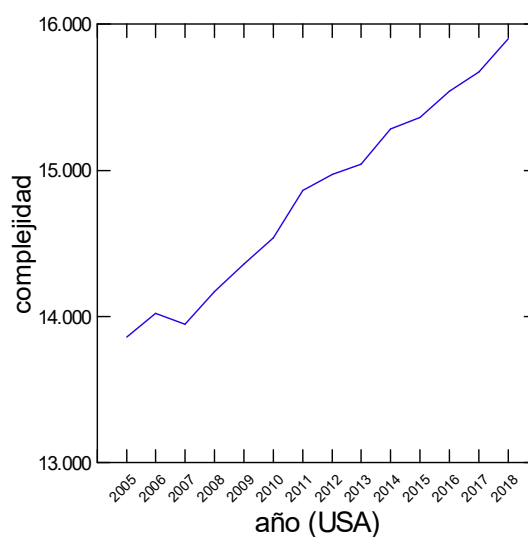


Figura 3. Representación gráfica de la complejidad social de la serie temporal (2005-2018) correspondiente a los Estados Unidos de América (USA). Obsérvese la enorme complejidad de la sociedad norteamericana y su progresivo incremento en función del tiempo, es decir, a lo largo de los años.

2018d, 2019a, 2019b, 2019c; Flores & Izquierdo-Egea 2018), que conforma su naturaleza científica predictiva, fue enunciada recientemente: «en ausencia de manipulación ideológica premeditada, los fenómenos sociales quedan registrados en los restos materiales de una sociedad» (Izquierdo-Egea 2019b: 68). En ese mismo lugar se avanzó la ley de la conflictividad social en el ámbito de la arqueología: «todas las sociedades complejas son conflictivas». Es decir, la conflictividad está indisolublemente unida a la complejidad social. En otras palabras, a mayor complejidad, mayor conflictividad.

Expresando esta ley de otra forma, como la complejidad depende directamente del tamaño de la población y la desigualdad o la conflictividad y la economía, como se ha visto antes, entonces: 1) cuanto mayor sea la población y más desigualdad presente, más compleja será la sociedad, o bien, 2) cuanto mayor sea la población y su economía y más conflictividad presente, más compleja será la sociedad.

Como la entropía tiende a aumentar según la segunda ley de la termodinámica, la conflictividad social también lo hará. Luego las sociedades humanas estarían condenadas a ser conflictivas. Ahora bien, esto tendría lugar siempre que los procesos sociales fuesen *inestables*, como se vio antes, o sea, cuando la complejidad de las sociedades creciese. Es decir, cuanto mayor sea la inestabilidad ($Q < 0$) de la sociedad, más grande será su complejidad. Esto se puede expresar matemáticamente.

Tomamos $Q = iO - iC$, que mide la estabilidad ($Q > 0$) o inestabilidad ($Q < 0$) de un proceso social (cf. Izquierdo-Egea 2019c: 81), donde iO e iC son los índices de cohesión social y conflictividad respectivamente. Como $iO = iR/iD$, obtenemos $iD = iR/(Q + iC)$, porque $iO = Q + iC$. Ahora podemos sustituir $iD = D/D_0$, siendo D_0 la desigualdad social en el momento anterior al considerado, resultando $D = (iR \cdot D_0)/(Q + iC)$. A continuación, combinamos esta expresión con la anterior $X = P \times D$ (2), obteniendo la siguiente ecuación:

$$X = \frac{P \cdot iR \cdot D_0}{Q + iC} \quad (4)$$

Es decir, cuanto mayor sea el tamaño de la población (P) y menor estabilidad (Q) presente, más compleja será la sociedad.

En todo caso, las sociedades humanas complejas no podrían evitar ni erradicar la conflictividad en su seno, pues es consustancial a su propia naturaleza. Esto no

afectaría a las formas más simples de organización social, como en el caso de las bandas de cazadores-recolectores (v. Izquierdo-Egea 2015: 14, 15). Las ecuaciones (2) y (3) son claras al respecto: cuanto menor sea el tamaño y la desigualdad (o la conflictividad y la economía) de una sociedad, menos compleja será.

Asimismo, la conflictividad social aumenta cuando las sociedades son inestables y, por tanto, complejas; lo cual se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera a partir de las ecuaciones anteriores:¹

$$C^2 = \frac{X}{A \cdot R_0 \cdot iD(Q + iC)} \quad (5)$$

O bien, si se prefiere, así:

$$C = \sqrt{\frac{X}{A \cdot R_0 \cdot iD(Q + iC)}} \quad (6)$$

Es decir, cuanto mayor sea la inestabilidad (o menor sea la estabilidad) —medida por el parámetro Q — y la complejidad (X), mayor será la conflictividad (C) en el seno de las sociedades.

Más formas de expresar la ley de la conflictividad

Si retomamos las ecuaciones fundamentales de la conflictividad social (cf. Izquierdo-Egea 2015: 13-14), según la primera de ellas ($C = D/R$), cuanto mayor sea la desigualdad social (D) y menor sea la riqueza relativa resultante de la actividad económica (R), mayor será la conflictividad social (C). De lo cual se deduce que *las sociedades desiguales y pobres son conflictivas*.

Según la segunda ecuación fundamental de la conflictividad ($C = (D \cdot P)/R_a$), cuanto mayor sea la desigualdad social (D) y el tamaño de la población (P), y menor sea la riqueza absoluta de la sociedad (R_a), mayor será la conflictividad de la misma (C). Es decir, *las sociedades grandes, desiguales y pobres son conflictivas*.

Según otra expresión elemental de la conflictividad social ($C = P/A$), o sea, su tercera ecuación fundamental, cuanto mayor sea el tamaño de la población y me-

¹ Esta nueva ecuación se obtiene empleando $Q = iO - iC$, donde $iO = iR/iD$. Deducimos $iR = iD(Q + iC)$. Como $iR = R/R_0$, entonces $R = R_0 \cdot iD(Q + iC)$. * Luego tomamos $D = (P \cdot R)/A$ (cf. p. 30) y despejamos $P = (D \cdot A)/R$, sustituyendo esto en la ecuación (3), $X = P \times C \times R$, al igual que $D = C \times R$. Finalmente, obtenemos $C^2 = X/(A \cdot R)$, donde sustituimos R (*vide supra* *).

nores sean los recursos disponibles para sostenerla, mayor será la conflictividad en su seno. De esto cabe deducir que *las grandes sociedades con pocos recursos disponibles son conflictivas*.

En síntesis, *las sociedades grandes y desiguales (complejas) son conflictivas* —tal como decía la ecuación (2) de la complejidad, *vide supra*— *y tanto la escasez de recursos como la pobreza acentuarían esa conflictividad*.

Otras leyes de la arqueología de los fenómenos sociales

Hay muchas leyes, de naturaleza bien distinta a las ya conocidas, que rigen la *arqueología de los fenómenos sociales* para entender el desarrollo de la humanidad a lo largo del tiempo. Hasta ahora, tan solo se han enunciado dos: la ley fundamental y la ley de la conflictividad. Podemos citar, por ejemplo, la *ley de la transmisión hereditaria de la posición social*: como siempre, cuando no hay manipulación de por medio, en las sociedades complejas precapitalistas se transmite hereditariamente la posición social. Se trataría de una ley universal probada materialmente en arqueología por los numerosos casos de enterramientos infantiles acompañados de ricos ajuares, lo cual rompería la supuesta igualdad original entre los miembros de las primeras comunidades humanas.

Todavía es más relevante la *ley de la redistribución* como estructura económica que vertebró la sociedad desde su origen y hace posible la vida en comunidad. Sin embargo, aunque en un principio la cohesión social se basa en la reciprocidad, en la práctica va creciendo la desigualdad entre los individuos y surge la necesidad de legitimar ideológicamente la arbitrariedad de un sistema social que rompe la armonía inicial.

CONCLUSIONES

1. La ley de la conflictividad en la *arqueología de los fenómenos sociales* sostiene que *todas las sociedades complejas son conflictivas*. De hecho, la conflictividad social está indisolublemente unida al desarrollo de las sociedades complejas.

2. Como se ha visto antes, las sociedades complejas son conflictivas porque tienen una considerable población que conlleva una inevitable desigualdad. Esto último genera una inestabilidad que se traduce en conflictividad. Por consiguiente, la ley de la conflictividad también puede expresarse en estos términos: *las sociedades grandes y desiguales son conflictivas*. Además, como hemos visto, la escasez de recursos y la pobreza acentuarían esa conflictividad.

3. Según las evidencias empíricas que se van obteniendo, al aplicar la segunda ley de la termodinámica a las sociedades humanas debemos matizar una de sus consecuencias: *cuando un proceso social es inestable, aumenta la entropía en la forma de conflictividad*. Esta nueva formulación de la ley es fundamental para entender el desarrollo de las sociedades humanas a lo largo del tiempo.

4. La complejidad social se puede medir en función del tamaño y la desigualdad (o la conflictividad y la economía) de la población.

Reflexión final

Aunque otros intentos fracasasen estrepitosamente, generando el escepticismo actual que domina los ambientes académicos de la investigación remunerada, la arqueología puede convertirse en una verdadera ciencia. No es cierto que ese objetivo resulte imposible de alcanzar. Sin embargo, para lograrlo debe seguir otro camino que la saque del callejón sin salida en el que se metió desde hace ya demasiado tiempo. La confusión entre arqueología científica y arqueometría también ha contribuido decisivamente a mantener a la arqueología como una técnica incapaz de ir más allá para transformarse en una verdadera ciencia social predictiva. Ese es el paradigma conservador imperante que asfixia cualquier intento de cambiar este sombrío panorama desde dentro. Y sin embargo hay fundadas esperanzas gracias a sólidas investigaciones basadas en el estudio cuantitativo de la variabilidad material del registro funerario. La revolución científica en la arqueología ya está aquí. No puede seguir ignorándose. En todo caso, *la arqueología como ciencia solo puede ser arqueología de los fenómenos sociales*.

BIBLIOGRAFÍA

BANCO MUNDIAL. 2019a. *INB per cápita, método Atlas (US\$ a precios actuales)*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.PCAP.CD>.

- BANCO MUNDIAL. 2019b. *Población, total*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>.
- BOLTZMANN, L. 1995 [1964]. *Lectures on Gas Theory*. Trad. S. G. Brush. Nueva York: Dover Publications, Inc. [Berkeley: University of California Press.]
- CALLEN, H. B. 1981. *Termodinámica: introducción a las teorías físicas de la termostática del equilibrio y de la termodinámica irreversible*. Madrid: Editorial AC.
- EUROSTAT. 2019. *Gini coefficient of equivalised disposable income - EU-SILC survey*. Statistical Office of the European Union. European Commission. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc_di12.
- FLORES, J. C. & P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <https://purl.org/aia/3806>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474431>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2013. Vaugrignon y las fluctuaciones económicas de los galos durante los siglos II y I a. C. *Arqueología Iberoamericana* 20: 29-40. <https://purl.org/aia/202>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311667>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2014a. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <https://purl.org/aia/231>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311863>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2014b. Tiro y las fluctuaciones de la economía fenicia durante el siglo VIII antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 24: 5-20. <https://purl.org/aia/241>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311888>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2015. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <https://purl.org/aia/251>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311918>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. *Advances in Archaeology* 3. Graus. <https://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <https://purl.org/aia/3612>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <https://purl.org/aia/S203>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474191>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <https://purl.org/aia/S205>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <https://purl.org/aia/3907>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3475470>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <https://purl.org/aia/4011>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3476925>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <https://purl.org/aia/4206>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477625>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <https://purl.org/aia/4308>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <https://purl.org/aia/4410>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>.
- PLANCK, M. 1917 [1903]. *Teatrise on Thermodynamics*. Trad. A. Ogg. Mineola, Nueva York: Dover Publications. 5.ª ed.
- PRIGOGINE, I. 1978. Time, Structure, and Fluctuations. *Science* 201/4358: 777-785.
- SEMEGA, J., M. KOLLAR, J. CREAMER & A. MOHANTY. 2019. *Income and Poverty in the United States: 2018*. Current Population Reports. United States Department of Commerce, U.S. Census Bureau.
- SERWAY, R. A. & J. W. JEWETT, JR. 2008. *Física para ciencias e ingeniería*. Vol. 1. Trad. V. Campos Olguín. México, D. F.: Cengage Learning Editores. 7.ª ed.
- SMERLAK, M. 2016. Thermodynamics of inequalities: From precariousness to economic stratification. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 441: 40-50.
- TOLMAN, R. C. & P. C. FINE. 1948. On the Irreversible Production of Entropy. *Reviews of Modern Physics* 20/1: 51-77.
- YOUNG, H. D. & R. A. FREEDMAN. 2009. *Física universitaria*. Vol. 1. Trad. V. A. Flores Flores. México: Pearson Educación. 12.ª ed.

REVIEW NOTE

NOMOTHETIC ARCHAEOLOGY: A REVOLUTION IN PROGRESS

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

ABSTRACT. *This brief contribution shows how the archaeology of social phenomena is turning archaeology into a true nomothetic science.*

KEYWORDS. *Nomothetic; archaeology; social phenomena.*

INTRODUCTION¹

ARCHAEOLOGY IS BECOMING A TRUE NOMOTHETIC SCIENCE. The *archaeology of social phenomena* is making this possible. It is a real scientific revolution based on the quantitative analysis of the mortuary record, the elementary precedents of which come from Lewis R. Binford (1962, 1971) with theoretical contributions from scholars such as Leslie A. White (1943).

In 1990, the *contextual valuation method* was proposed to estimate the objective value of grave goods through their variability. This laid the foundation for an economic archaeology of the mortuary record (2012), which soon became known as the *archaeology of social phenomena* (2014) (see Izquierdo-Egea 2017a).

THE MAIN LAW OF NOMOTHETIC ARCHAEOLOGY

It has long been conclusively demonstrated that many social phenomena are recorded in the material remains of the societies that produced them. This empirical observation has become the fundamental law of nomothetic archaeology: In the absence of premeditated ideological manipulation, *social phenomena are registered in*

the material remains of a society (Izquierdo-Egea 2019a). This is the first step. There are more archaeological laws. In 2015 [2012], the equation of social conflict was empirically inferred (Izquierdo-Egea 2015). From this evidence, it was possible to propose a new law: *All complex societies are conflictive* or, in other words, *unequal and poor societies are conflictive* (see below and Izquierdo-Egea 2019b, 2020).

OTHER LAWS IN NOMOTHETIC ARCHAEOLOGY

The social conflict equation ($C = I/W$) relates two variables: inequality (I) and relative wealth (W). The latter expresses the state of the economy at any given time. Based on it, social conflict (C) is directly proportional to inequality and indirectly proportional to the fluctuation of the economy. There are many ways to express the law derived from this equation. One of them is the following: *Social conflict appears when inequality grows and there is an economic crisis* (wealth decreases). This explains why unequal and poor societies are more conflictive than others.

The social conflict equation can be expressed in two different ways: $I = C \times W$ and $W = I/C$, from which we can deduce two new laws for inequality and wealth (or the state of economy), respectively: *Inequality grows when social conflict and wealth increases*; and, on the

¹ I am not fluent in English, but I write in this language to communicate my scientific discoveries to everyone.

Received: June 16, 2020. Accepted: June 23, 2020. Published: June 26, 2020.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English editing by Emily Lena Jones.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <https://purl.org/aia/4510>.

other side, *the wealth of a society grows when inequality—understood as economic specialization in this case—increases and social conflict decreases*. On the contrary, *inequality decreases when social conflict and wealth do the same*; on the other hand, *wealth decreases when inequality does the same and social conflict increases*.

If we take $C = I/W$ and $I = (P \times W)/R$ (see Izquierdo-Egea 2015: 14)—where P is the population represented and R the available resources, we can see that very small societies, as hunter-gatherer bands, can minimize social conflict because *the richer and more egalitarian a society is, the less conflictive it will be*; and *the smaller and poorer it is and the more resources it has, the more egalitarian it will be*. The latter represents another statement of the law of social inequality. On the contrary, *the poorer and less egalitarian a society is, the more conflictive it will be*; and *the bigger and richer it is and the fewer resources it has, the less egalitarian it will be*.

The equation $I = (P \times W)/R$ was deduced from $C = I/W$ and $C = P/R$ —this one also was published in Izquierdo-Egea (2015). Both equations allow us to state the archaeological laws of population and resources, respectively. In the first case, *population grows when resources and social conflict increase* ($P = R \times C$), or *when resources and inequality increase and wealth decreases*: $P = (R \times I)/W$. On the contrary, *population decreases when resources and social conflict decrease*, or *when resources and inequality decrease and wealth increases*. In the second case, *resources grow when population increases and social conflict decreases* ($R = P/C$), or *when population and wealth increase and inequality decreases* as expressed by $R = (P \times W)/I$. On the contrary, *resources decrease when population decreases and social conflict increases*, or *when population and wealth decrease and inequality increases*.

The law of wealth (or the state of economy), based on the equation $W = (R \times I)/P$, can also be expressed as follows: *Wealth (or the economy) grows when resources and inequality (economic specialization) increase and population decreases*. The latter means that the smaller the size of a society, the greater its relative wealth. In other words, *small societies with abundant resources and high economic specialization will be richer*. On the contrary, *wealth decreases when resources and inequality do the same and population increases*. That is to say, the greater the size of a society, the smaller its relative wealth; *big societies with few resources and low economic specialization will be poorer*.

In addition to what was said above about the law of inequality, there is another expression of this universal

social law implicit in the equation $I = W_a/R$, where W_a is absolute wealth, which is obtained by combining $C = I/W$, $C = P/R$ and $W = W_a/P$: *The poorer the society and the more resources it has, the more egalitarian it will be*; on the contrary, *the richer the society and the less resources it has, the less egalitarian it will be*.

THE ARCHAEOLOGICAL LAW OF COLLAPSE

Another important law comes from the hand of the risk of collapse (K) of a civilization or society, defined by the equation $K = iC/iW$ (Izquierdo-Egea 2018), where $iC = C/C_0$ and $iW = W/W_0$: *The risk of collapse grows when social conflict increases and wealth decreases (or poverty grows)*; on the contrary, *the risk of collapse is reduced when social conflict decreases and wealth increases*.

This law has many others statements. For example, if we combine that equation with those set out above— $C = I/W$, $W = I/C$, $C = P/R$, $W = W_a/P$ and $W = (R \times I)/P$ —by using index numbers for variables ($iI = I/I_0$, $iP = P/P_0$, $iR = R/R_0$, etc.), we can deduce new mathematical expressions for the risk of collapse: $K = iI/iW^2$, $K = iC^2/iI$, $K = iP/(iR \times iW)$, $K = (iP \times iC)/iW_a$ and $K = (iP \times iC)/(iR \times iI)$.

From these equations, the law of collapse takes various forms: *The risk of collapse grows when inequality increases and wealth decreases* ($K = iI/iW^2$); on the contrary, *the risk of collapse decreases when inequality does the same and wealth increases*. On the other hand, *the risk of collapse grows when social conflict increases and inequality decreases* ($K = iC^2/iI$). In this case, it seems inequality works like an escape valve because *the risk of collapse decreases when social conflict does the same and inequality increases*.

The remaining equations include more variables and make the law of collapse more complex. In this way, *the risk of collapse grows when population increases and resources and wealth decrease*, as indicated by the equation $K = iP/(iR \times iW)$; on the contrary, *the risk of collapse decreases when population does the same and resources and wealth increase*.

The equation $K = (iP \times iC)/iW_a$ offers a new statement of the law of collapse: *The risk of collapse grows when population and social conflict increase and wealth decreases*; on the contrary, *the risk of collapse decreases when population and social conflict do the same and wealth increases*.

Finally, the last equation, $K = (iP \times iC)/(iR \times iI)$, shows how *the risk of collapse grows when population and social conflict increase and resources and inequality decrease*; on the contrary, *the risk of collapse decreases when population and social conflict do the same and resources*

and inequality increase. Of course, there are more archaeological laws pending publication. Some of them already have been stated from equations inferred through empirical evidence. They will see the light as soon as possible.

CONCLUSIONS

1. All of these archaeological laws are confirmed, in all known chronological cases, by the mortuary record of numerous ancient societies from Eurasia—Argaric, Phoenician, Greek, Tartessian, Iberian, Celtiberian, Gaul, Roman—and ancient Mesoamerica—Teotihuacan, Maya civilization, Zapotec, Toltec (see Izquierdo-Egea 2017a, 2017b).
2. By enunciating laws based on empirical evidence, the *archaeology of social phenomena* is turning archaeology into a true nomothetic science. This revolution is being carried out firmly.
3. These equations have been successfully applied to contemporary civilizations (United States, European states), showing that archaeological laws have a broad scope (see e.g. Izquierdo-Egea 2019b, 2020).
4. It is high time that the scientific community stops looking the other way and leaves idiographic archaeology behind, thus turning academic archaeology into a real nomothetic science.
5. Some researchers see two complementary ways of doing science: idiographic and nomothetic (see e.g. Schiffer 1975; Lyman & O'Brien 2004; Ingold 2007, 2017). However, only nomothetic science can be predictive, even with social phenomena fossilized in the archaeological record that accurate quantitative analysis can decipher.

REFERENCES

- BINFORD, L. R. 1962. Archaeology as Anthropology. *American Antiquity* 28(2): 217-225.
- BINFORD, L. R. 1971. Mortuary Practices: Their Study and Their potential. *Memoirs of the Society for American Archaeology* 25 = *Approaches to the Social Dimensions of Mortuary Practices*, pp. 6-29.
- INGOLD, T. 2007. Anthropology is not ethnography. *Proceedings of the British Academy* 154: 69-92.
- INGOLD, T. 2017. Anthropology contra ethnography. *HAU: Journal of Ethnographic Theory* 7(1): 21-26.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2015. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico [A Statistical Technique to Measure Social Conflict through the Archaeological Record]. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <https://purl.org/aia/251>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311918>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. *Advances in Archaeology* 3. Graus. <https://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era [Corinth and the Fluctuations of Greek Economy during the 5th Century BC]. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <https://purl.org/aia/3612>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica [Implementing a Statistical Equation to Measure Collapse in Ancient Mesoamerica]. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <https://purl.org/aia/S205>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019a. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales [On the Fundamental Law of the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <https://purl.org/aia/4308>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019b. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales [Thermodynamics and the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <https://purl.org/aia/4410>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>.

- IZQUIERDO-EGEA, P. 2020. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales [On the Law of Conflict in the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34. <https://purl.org/aia/4504>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3733819>.
- LYMAN, R. L. & M. J. O'BRIEN. 2004. Nomothetic science and idiographic history in twentieth-century Americanist anthropology. *Journal of the History of the Behavioral Sciences* 40(1): 77-96.
- SCHIFFER, M. B. 1975. Archaeology as Behavioral Science. *American Anthropologist* 77(4): 836-848.
- WHITE, L. A. 1943. Energy and the Evolution of Culture. *American Anthropologist* 45(3): 335-356.

REVIEW ARTICLE

¿CLASES SOCIALES EN LAS SOCIEDADES PRECAPITALISTAS?

Social Classes in Precapitalist Societies?

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *Arqueólogos, historiadores y otros científicos sociales cometen sistemáticamente el error de ver clases sociales allí donde nunca las hubo, es decir, en las sociedades precapitalistas. En la estratificación social precapitalista, las relaciones de parentesco todavía juegan un papel fundamental en la vertebración de la sociedad hasta su desaparición final con la aparición del capitalismo. De hecho, las clases sociales están indisolublemente ligadas al desarrollo del capitalismo. Los estratos que encontramos antes, es decir, en las sociedades precapitalistas, no son clases sociales pues su naturaleza es muy distinta (castas, estamentos). Ya va siendo hora de corregir este grave error metodológico que pone en tela de juicio la validez epistemológica de las numerosísimas investigaciones que siguen reproduciéndolo.*

PALABRAS CLAVE. *Clases sociales; sociedades precapitalistas.*

ABSTRACT. *Archaeologists, historians, and other social scientists systematically make the mistake of seeing social classes in precapitalist societies where they never existed. In precapitalist social stratification, kinship still plays a fundamental role in the structuring of society until its final disappearance with the emergence of capitalism. In fact, social classes are indissolubly linked to the development of capitalism. The strata we find before, that is, in precapitalist societies, are not social classes because their nature is very different (castes, estates). It is high time to correct this serious methodological error that calls into question the epistemological validity of the numerous investigations which continue to reproduce it.*

KEYWORDS. *Social classes; precapitalist societies.*

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta comunicación es denunciar públicamente el gravísimo error metodológico que cometen numerosos investigadores al hablar de clases sociales en las sociedades precapitalistas. Dan por sentado un dogma que nunca dejó de ser una mera hipótesis sin fundamento científico alguno. El argumento más demolidor contra esa gravísima confusión metodológica es que *las clases sociales están indisolublemente asociadas a las sociedades capitalistas*. Es decir, nacen y se desarrollan de la mano del capitalismo cuando este rompe de-

finitivamente los lazos de parentesco que hasta entonces habían caracterizado la estratificación social en las civilizaciones antiguas. Recordemos la trascendencia del parentesco como mecanismo fundamental a la hora de articular las sociedades humanas desde el mismo momento en que estas se originaron.

La aparición de los primeros estados antiguos no rompió esos lazos de parentesco que organizaban las relaciones entre los miembros de la sociedad, sino que fueron adaptados y manipulados para imponer y mantener el nuevo orden social, tal como se hizo con la ideología a fin de legitimar el poder y controlar la voluntad

Recibido: 17-10-2020. Aceptado: 24-10-2020. Publicado: 31-10-2020.

de la población. A pesar de todo ello, persiste la opinión generalizada que sigue viendo clases sociales allí donde jamás existieron. Ya va siendo hora de poner fin a ese disparate.

LA ESTRATIFICACIÓN SOCIAL EN LAS SOCIEDADES PRECAPITALISTAS

Según el sociólogo Salvador Giner (1982), siguiendo a Wittfogel, en la *estratificación despótico-oriental* característica de los grandes imperios hidráulicos (como el egipcio, el chino o el incaico), la desigualdad social se expresa a través de dos estratos fundamentales: quienes ostentan el poder político y el resto de la población subyugada (Giner 1982: 125-126).

Por su parte, la *estratificación por castas* es endógama, hereditaria y suele ser sancionada por la religión, es decir, el aparato ideológico al servicio de quienes controlan la sociedad, como ocurrió en la India de la mano del hinduismo (Giner 1982: 126). La adscripción a una casta (o un estamento) viene determinada por el nacimiento en su seno y la endogamia imperante dentro de la misma hace prácticamente imposible la movilidad social.

En la *estratificación feudal*, la división en estamentos de la sociedad era sancionada principalmente por la ley. Aunque predominaba la cerrazón característica de las castas, se toleraba cierto trasvase social entre los estamentos. Por ejemplo, en la Europa medieval es frecuente la admisión de adinerados burgueses en el seno de la nobleza o bien el matrimonio de las hijas de estos con nobles arruinados. Este sistema social se basaba en el vasallaje. Y esa relación entre señor y vasallo se articulaba básicamente a través de tres estamentos generales: la nobleza, el clero y el tercer estado o pueblo llano. Este último también podía dividirse en burguesía y campesinado (Giner 1982: 126-127).

A diferencia de las anteriores, la *estratificación por clases* no precisa sanción religiosa o jurídica. Su fundamento es económico y está vinculada históricamente al desarrollo del capitalismo. En el seno de una sociedad de clases, el estatus de los individuos pasa a depender de su capacidad económica (Giner 1982: 127).

Salvador Giner, a pesar de no ser historiador como el siguiente autor, tiene muy claro el origen moderno de las clases sociales, indisolublemente unido al desarrollo del capitalismo. En cambio, otros, en nombre de la sacrosanta perspectiva ideológica marxista del materialismo histórico (Marx y Hobsbawm 1984), come-

ten imperdonables errores en sus publicaciones. Es el caso de Geoffrey Ernest Maurice de Ste. Croix (1988) en su libro *La lucha de clases en el mundo griego antiguo*, donde intenta reproducir, en una sociedad antigua como la de la Grecia clásica, un fenómeno característico de las sociedades capitalistas contemporáneas.

Por su parte, Friedrich Engels (1987: v. g. pp. 162-163), en su célebre obra *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*, asocia claramente la formación de las clases sociales al origen de los estados antiguos. De ahí procede el error que reproducirán desde entonces casi todos los autores marxistas. Cuando Engels aborda la génesis del Estado romano afirma que ya se han formado las «clases sociales», tras dejar atrás la anterior formación política basada en los «vínculos de sangre» o lazos de parentesco.

A su vez, François Houtart (1989), sociólogo marxista, a pesar de su brillante contribución al análisis de las religiones desde esa perspectiva, no aporta nada nuevo y sigue al pie de la letra el guion preestablecido por el materialismo histórico. No hay más que echar mano de su lapidaria frase —harto discutible por su inexactitud— para comprobarlo: «el excedente implica la existencia de sociedades de clases» (Houtart 1989: 56). Eso conllevaría retrotraer la aparición de las clases sociales hasta el neolítico, lo cual comportaría remontar el origen del capitalismo hasta las primeras sociedades productoras de alimentos que acumularon excedentes. Se trata, sin duda, de una descabellada idea que pone en tela de juicio la validez de este enfoque marxista radical. A propósito de esta cuestión, es cierto que las primeras sociedades excedentarias desarrollan una complejidad social basada en la desigualdad material entre los individuos que las integran, pero Houtart confunde el principio con el final de un largo proceso donde primero aparece la jerarquización como paso previo a la ulterior estratificación, propia de las sociedades más complejas que generan estados prístinos.

Los estamentos sociales de Godelier

Recurriendo al testimonio del antropólogo Maurice Godelier (1989), abanderado del estructuralismo marxista, obtenemos una visión muy diferente a la de otros investigadores inmersos en la corriente del materialismo histórico.

Godelier, a pesar de su manifiesta adscripción al materialismo dialéctico marxista desde la perspectiva estructuralista, parece ser el único de todos estos autores que tiene clara la diferencia entre las diversas formas

de estratificación social. Su aportación es fundamental para zanjar la cuestión. Aclara explícitamente la diferencia entre estamentos y clases sociales: «los estamentos no son *clases*... en el sentido moderno de la palabra. Son relaciones de dominación y de explotación nacidas de la disolución *parcial* de las relaciones de producción comunitarias». También reconoce el predominio de las relaciones de parentesco extensas en el seno de los estamentos (Godelier 1989: 278).

«Por tanto, los estamentos no eran clases, pero ha sido su desarrollo el que ha creado las condiciones materiales y sociales para que aparezcan las clases. Los estamentos en cuanto tales eran, para nosotros, el resultado del desarrollo de formas sociales que existían con anterioridad: comunidades tribales o intertribales en cuyo interior se habían formado jerarquías hereditarias de grupos de parientes que *se excluían* mutuamente en la realización de las distintas actividades materiales y sociales que producían y reproducían su sociedad. Un ejemplo de este desarrollo es el que condujo a la formación del sistema de castas en la India. Las relaciones entre los estamentos o entre las castas, dada su pluri-funcionalidad, se parecen a las relaciones de parentesco de numerosas sociedades ‘primitivas’. No obstante, constituyen un nuevo tipo de relaciones, distintas de las de parentesco, al cual regulan y subordinan a su reproducción (endogamia de casta, determinación de las reglas de matrimonio que reproducen la ciudadanía, *connubium* de los ciudadanos romanos, *contubernium* de los esclavos, etc.)» (Godelier 1989: 272).

En consecuencia, se sobreentiende que las características fundamentales que distinguen a las clases sociales son la disolución de los vínculos de parentesco en su vertebración y la movilidad de las mismas, prácticamente inexistente en las estratificaciones sociales precapitalistas.

LA SISTEMÁTICA CONFUSIÓN CONCEPTUAL EN LA ESTRATIFICACIÓN DE LAS SOCIEDADES PRECAPITALISTAS

Es evidente que la confusión conceptual que ve clases sociales donde nunca las hubo genera un grave error metodológico tremendamente extendido. Sin embargo, es fácil de evitar si recordamos que el término *jerarquización* se aplica a la diferenciación social en jerarquías propia de sociedades no estatales, mientras que la *estratificación* es la diferenciación social en estratos (estamentos, clases) característica de sociedades estatales.

En las sociedades precapitalistas, entre las cuales destacan las antiguas con sistema económico tributario, la estratificación social adopta dos formas: las castas y los estamentos. Solo en las sociedades capitalistas tenemos auténticas clases sociales.

¿Clases sociales en la civilización argárica y la protohistoria ibérica?

Salvando las distancias temporales, la civilización argárica y la protohistoria ibérica ilustran bien el problema del inapropiado (y anacrónico) empleo de las clases sociales capitalistas para describir la estratificación social precapitalista.

Todavía sorprende más la insistencia en querer ver clases sociales, concepto exclusivo del capitalismo moderno, en una época tan remota como la Edad del Bronce en el sureste de la península ibérica. Ante la insistencia en desenterrar evidencias que confirmen la existencia de un Estado argárico, se comete el error garrafal de recurrir al empleo de la noción de clase social para apoyar esa hipótesis. Debe hablarse de la estratificación social argárica en otros términos (castas, estamentos), evitando un concepto capitalista cuya aplicación a ese contexto resulta absolutamente inadecuada. Y es que la arqueología académica actual, como otras pseudociencias sociales, está profundamente contaminada por la ideología política de los arqueólogos, lo cual niega la obligada objetividad que cualquier disciplina verdaderamente científica debe tener. Esa es la cuestión clave a resolver.

Ste. Croix (1988: 57) reconoce que su referente, Karl Marx, nunca definió lo que entendía por «clase social». Aun así, este historiador británico marxista, abusando sobremanera del actualismo, no tiene reparo alguno en confundir los estratos precapitalistas de la Grecia antigua con las clases sociales capitalistas modernas, a pesar de las evidentes contradicciones que emanan de esta línea de pensamiento porque él mismo asume la existencia de estamentos en el mundo griego antiguo (Ste. Croix 1988: 59). Quizás esta vehemente insistencia en implantar el presente en el pasado se deba a la imperiosa necesidad de reproducir en el seno de la sociedad griega antigua un fenómeno tan actual como la lucha de clases.

Otros arqueólogos de menor enjundia intelectual yerran igualmente. Por no ir demasiado lejos, cabe citar los casos de Vicente Lull (Lull *et al.* 2010, 2014; Knipper *et al.* 2020), Gonzalo Ruiz Zapatero (2004), Arturo Ruiz Rodríguez (2018) y un largo etcétera. Es-

tos catedráticos han contribuido eficazmente a extender la plaga de las clases sociales capitalistas en sus cuestionables interpretaciones de los restos materiales que nos dejaron las sociedades prehistóricas y protohistóricas de la península ibérica. Especialmente bochornoso es el caso del primero de ellos (v. g. Lull *et al.* 2011).

Por más vueltas que le demos a la cuestión, no se entiende el suicidio teórico de Vicente Lull al arrojarse al vacío una y otra vez (lo lleva haciendo desde hace bastantes años) con la soga al cuello de una imposible *arqueología marxista* (Lull 2005). ¿Qué clase de ciencia es esa? Lo que nos propone no es más que una arqueología pseudocientífica contaminada ideológicamente por un inflexible materialismo dialéctico de la vieja escuela revolucionaria. Eso es política, no es ciencia. ¿Acaso en la Unión Soviética se practicaba una «física marxista» diferente de la «física capitalista» de los Estados Unidos de América? Es absurdo. Así como la física, en tanto que verdadera ciencia (natural), es la misma en todas partes, debería ocurrir lo mismo con la arqueología actual si realmente fuese una ciencia (social). Desde luego, estamos ante un ejemplo paradigmático del desastre académico que ha aniquilado la posibilidad de ver a la arqueología siguiendo la senda de la verdadera ciencia en un futuro no muy lejano.

Tomando como ejemplo el Bronce argárico, otra de las autoridades que han regido la interpretación del mismo durante la última generación, Antonio Gilman, a pesar de algunas de sus acertadas críticas, comete el error de ver clases sociales «capitalistas» (v. g. Gilman 1997) en la sociedad de ese tiempo y lugar. Revela de forma explícita su adscripción ideológica al materialismo dialéctico marxista, haciendo prevalecer el enfoque ideológico frente al rigor científico. Ese es el gran error que todos cometen. Más tarde, insiste en confundir los estamentos precapitalistas con las clases sociales capitalistas —cuya distinción ya puso de relieve Maurice Godelier (*vide supra*)— al hablar insistentemente de «clases sociales», «clases hereditarias» o «clases sociales hereditarias» (Gilman 1999).

Francisco Nocete (1994), otro catedrático de prehistoria, interpretaba la formación del Estado en el Alto Guadalquivir de la Edad del Bronce Antiguo como una transición hacia la *sociedad de clases*. Igualmente, Oswaldo Arteaga (2000) postulaba la existencia de una *sociedad clasista inicial* en El Argar como condición imprescindible para la formación del Estado en su territorio. Asimismo, Juan Antonio Barceló (1992) opinaba como Nocete respecto al Bronce Final del Sudoeste peninsular, donde creía ver una inexistente transición hacia la

sociedad de clases. Parece que en esos años todo estaba permitido sin sustento empírico que lo avalase. Más tarde, para colmo de los despropósitos, otro catedrático, Fernando Quesada (2012: 112), veía la formación de «clases sociales bien definidas» en el Mediterráneo durante la Edad del Hierro.

Por su parte, Arturo Ruiz se caracterizó por forzar la reproducción del rancio modelo marxista sin adaptación alguna al complejo y cambiante contexto material estudiado. Ya en 1977 había publicado un «manifiesto» donde preconizaba la existencia de las clases sociales e incluso de la *lucha de clases*, dos conceptos capitalistas modernos, en el seno de las sociedades ibéricas protohistóricas (Ruiz Rodríguez 1977). Sin embargo, sorprende sobremanera que este arqueólogo marxista, en una publicación anterior (Ruiz Rodríguez 1998) donde había leído a Godelier, aplicase con esmero la noción de estamento al contexto ibérico antiguo sin confundirla con las clases sociales capitalistas que vuelve a emplear indiscriminadamente más tarde (Ruiz Rodríguez 2018). ¿A qué se debe este cambio radical y la torpeza de un nuevo tropiezo? No se entiende qué pudo ocurrir para que cometiese nuevamente un error garrafal que parecía subsanado en 1998.

Otro catedrático, Francisco Burillo Mozota (2014), siguiendo fielmente la opinión de Vicente Lull, ve clases sociales en el Sureste peninsular argárico o entre los celtíberos (Burillo 2010a, 2010b). Y en menor medida, de manera más soterrada y disimulada, tenemos a Gonzalo Ruiz Zapatero (2004), un autor que merece una mención aparte por poner en duda o ignorar sistemáticamente evidencias empíricas irrefutables como las aportadas por la *arqueología de los fenómenos sociales* (v. g. Izquierdo-Egea 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b; Flores e Izquierdo-Egea 2018) a partir del registro funerario; a pesar de conocer perfectamente, de forma directa, la existencia del *método de valoración contextual* de los ajuares mortuorios desde el año 1990 (Izquierdo-Egea 1991), que fue presentado en su misma facultad y provocó en él un gran entusiasmo hacia el mismo. Fruto de esa nueva línea de investigación, se dieron a conocer a la comunidad científica dos grandes logros en 1993: la demostración empírica incontestable de que las fluctuaciones económicas quedaron registradas en los ajuares funerarios y el descubrimiento de los ciclos económicos de la protohistoria ibérica a partir de aquellas (Izquierdo-Egea 1993).

También otros dos catedráticos de prehistoria, Vicente Lull y Arturo Ruiz, sabedores de la enorme tras-

ciencia científica de tales hallazgos, han silenciado de forma incomprensible su existencia hasta el presente. En el caso de Lull, en 2016 se aplicó esa metodología al contexto mortuario argárico, demostrando que el colapso de esta civilización quedó registrado en sus ajuares (Izquierdo-Egea 2016). Jamás hubo respuesta por parte de este arqueólogo (ni de su equipo de colaboradores) a pesar de ser informado directamente de ese nuevo logro científico. Todo esto muestra en qué manos está buena parte de la arqueología académica actual y nos ayuda a entender por qué sigue siendo una pseudociencia. Ni siquiera Antonio Gilman, a quien recientemente comuniqué el mismo hallazgo, se ha dignado contestar reconociendo su inequívoca relevancia científica. ¿Cuál es el problema? Cuando el paradigma o dogma imperante se pone en entredicho y las personas que lo sostienen quedan con las vergüenzas al aire, se impone la más férrea ley del silencio que condena al ostracismo a quien cometa tal osadía. Se esconde lo evidente y se niega la ciencia. Conste que dicho investigador siempre me mereció gran respeto, por eso no se entiende que emule a su «colega», Vicente Lull, comportándose injustificadamente de la misma manera.

Todo ello viene a poner en tela de juicio la supuesta objetividad de una disciplina pseudocientífica contaminada por la ideología política de sus artífices. La ciencia no puede ser marxista o capitalista, es ciencia y nada más. En otras palabras, no existe una física neofuncionalista, estructuralista o marxista. Y la arqueología, si quiere convertirse en una auténtica ciencia algún día, tendrá que seguir el mismo camino. Y para ser verdaderamente científica, una disciplina debe ser capaz de elaborar leyes que puedan verificarse empíricamente y expliquen los fenómenos observados en el registro material (v. g. Izquierdo-Egea 2019b, 2020b).

Los estamentos no son clases sociales

Quede pues meridianamente claro que *los estamentos no son clases sociales* y que, cuando se habla de sociedades precapitalistas estatales, los estratos son estamentos o castas, nunca clases sociales. Esto ya se afirmaba, si-

guiendo a Godelier (1989) y en fecha tan temprana como 1993, en una tesis doctoral (Izquierdo-Egea 1993): «la distinción entre ambos radica en que la existencia de clases presupone una igualdad jurídica de todos los miembros de la sociedad. En las sociedades estamentales, la desigualdad es legal y legítima. Las clases solo aparecen con la disolución y la abolición de las distinciones entre los estamentos».

A mayor abundancia, «las jerarquías hereditarias apoyadas en la consanguinidad dieron lugar a la formación de estamentos sociales, distinguiéndose de las primeras por subordinar y manipular las relaciones de parentesco con el propósito de restringir o prohibir la exogamia en su reproducción (Godelier 1989: 272); garantizando la endogamia a través de una serie de reglas» (Izquierdo-Egea 1993).

CONCLUSIONES

1. Las clases sociales están indisolublemente ligadas al desarrollo del capitalismo.
2. No se puede hablar de clases sociales en las sociedades precapitalistas. En estas últimas, y especialmente en las antiguas, la estratificación, donde todavía juega un papel fundamental el parentesco en la vertebración de la vida social, se basa en estamentos o castas, no en clases.
3. Es preciso corregir este gravísimo error metodológico fruto de la malsana influencia de la ideología sobre la metodología, tan extendido hoy en día entre los arqueólogos y muchos otros «científicos» sociales.
4. Hay que dejar de contaminar ideológicamente el conocimiento científico en las disciplinas sociales. Ese camino no conduce hacia la verdadera ciencia que propone, desde su ámbito y con pie firme, la *arqueología de los fenómenos sociales*, ofreciendo explicaciones basadas en la objetividad de las evidencias empíricas y no en su interpretación subjetiva a la luz de una u otra ideología política que distorsione o tergiverse la verdad de los hechos que se oculta tras los restos materiales de las sociedades del pasado.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTEAGA, O. 2000. La sociedad clasista inicial y el origen del estado en el interior de El Argar. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 3: 121-219.
- BARCELÓ, J. A. 1992. Una interpretación socioeconómica del Bronce Final en el Sudoeste de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 49: 259-275.

- BURILLO MOZOTA, F. 2010a. Vino y ritual en la Celtiberia. En *Ritos y mitos: VI Simposio sobre Celtíberos*, pp. 573-594. Centro de Estudios Celtibéricos de Segeda.
- BURILLO MOZOTA, F. 2010b. La vid y el vino en el Valle Medio del Ebro durante la etapa prerromana. *SAGVNTVM* Extra 9: 135-150.
- BURILLO MOZOTA, F. 2014. Sobre la organización socioeconómica del grupo Mijares. *Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques* 10: 273-284. Castellón: Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques de la Diputació de Castelló.
- ENGELS, F. 1987. *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*. Madrid: Fundamentos.
- FLORES, J. C., P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474431>.
- GILMAN, A. 1997. Cómo valorar los sistemas de propiedad a partir de datos arqueológicos. *Trabajos de Prehistoria* 54, 2: 81-92.
- GILMAN, A. 1999. Veinte años de Prehistoria funcionalista en el sureste de España. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 65: 73-98.
- GINER, S. 1982 [1976]. *Sociología*. Barcelona: Península.
- GODELIER, M. 1989. *Lo ideal y lo material. Pensamiento, economías, sociedades*. Madrid: Taurus.
- HOUTART, F. 1989. *Religión y modos de producción precapitalistas*. Madrid: Iepala.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 1991. Un programa informático para el análisis funerario en arqueología. *I Reunión de Aplicaciones Informáticas en Arqueología (Madrid, 1990) = Complutum* 1: 133-142.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 1993. *Análisis funerario y reconstrucción histórica de las formaciones sociales íberas*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1317031>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. *Advances in Archaeology* 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474191>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3475470>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <http://purl.org/aia/4011>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3476925>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <http://purl.org/aia/4206>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477625>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <http://purl.org/aia/4308>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <http://purl.org/aia/4410>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34. <http://purl.org/aia/4504>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3733819>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101-104. <http://purl.org/aia/4510>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3908114>.
- KNIPPER, C., C. RIHUETE-HERRADA, J. VOLTAS, P. HELD, V. LULL, R. MICÓ, R. RISCH, K. W. ALT. 2020. Reconstructing Bronze Age diets and farming strategies at the early Bronze Age sites of La Bastida and Gatas (southeast Iberia) using stable isotope analysis. *PLoS ONE* 15, 3: e0229398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229398>.
- LULL, V. 2005. Marx, producción, sociedad y arqueología. *Trabajos de Prehistoria* 62, 1: 7-26.

- LULL, V., R. MICÓ, C. RIHUETE, R. RISCH. 2010. Metal and social relations of production in the 3rd and 2nd millennia BCE in the Southeast of the Iberian Peninsula. *Trabajos de Prehistoria* 67, 2: 323-347.
- LULL, V., R. MICÓ, C. RIHUETE, R. RISCH. 2011. El Argar and the Beginning of Class Society in the Western Mediterranean. En *Sozialarchäologische Perspektiven: Gesellschaftlicher Wandel 5000-1500 v. Chr. zwischen Atlantik und Kaukasus (Berlin 2011)*, eds. S. Hansen y J. Müller, pp. 381-414. Deutsches Archäologisches Institut. Darmstadt: Von Zabern.
- LULL, V., R. MICÓ, C. RIHUETE, R. RISCH. 2014. The La Bastida fortification: new light and new questions on Early Bronze Age societies in the western Mediterranean. *Antiquity* 88, 340: 395-410.
- MARX, K., E. HOBBSAWM. 1984. *Formaciones sociales precapitalistas*. Barcelona: Crítica.
- NOCETE, F. 1994. Space as Coercion: The Transition to the State in the Social Formations of La Campiña, Upper Guadalquivir Valley, Spain, ca. 1900-1600 BC. *Journal of Anthropological Archaeology* 13, 3: 171-200.
- QUESADA SANZ, F. 2012. Sobre caballos, caballeros y sacrificios cruentos en la Roma republicana y en Hispania. En *Animales simbólicos en la historia: desde la protohistoria hasta el final de la Edad Media*, eds. M. R. García Huerta y F. Ruiz Gómez, pp. 111-132. Madrid: Síntesis.
- RUIZ RODRÍGUEZ, A. 1977. Las clases dominantes en la formación social ibérica del Sur de la Península Ibérica. *Memorias de Historia Antigua* 1: 141-150.
- RUIZ RODRÍGUEZ, A. 1998. Los príncipes iberos: procesos económicos y sociales. En *Los Iberos, Príncipes de Occidente. Las estructuras de poder en la sociedad ibérica*. Actas del Congreso Internacional (Centro Cultural de la Fundación «la Caixa», Barcelona, 12, 13 y 14 de marzo de 1998), ed. C. Aranegui = *Saguntum* 1: 285-300.
- RUIZ RODRÍGUEZ, A. 2018. Historias paralelas: la fortaleza de Els Vilars y el oppidum de Puente Tablas. *Revista d'arqueologia de Ponent* 28: 207-218.
- RUIZ ZAPATERO, G. 2004. Casas y tumbas. Explorando la desigualdad social en el Bronce Final y Primera Edad del Hierro del NE de la Península Ibérica. *Mainake* 26: 293-330.
- STE. CROIX, G. E. M. DE. 1988. *La lucha de clases en el mundo griego antiguo*. Barcelona: Crítica.

RESEARCH ARTICLE

TEOTIHUACAN Y LAS FLUCTUACIONES DE LA ECONOMÍA MESOAMERICANA

Teotihuacan and the Fluctuations of Mesoamerican Economy

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(arqueologia@laiesken.net)



Figura 1. Mapa de Mesoamérica. Localización, de oeste a este, de los sitios citados: 1) cuenca del río Balsas (México), 2) Teotihuacan (México), 3) Monte Albán (México), 4) Uaxactún (Guatemala) y 5) Barton Ramie (Belize).

RESUMEN. *Este artículo da a conocer los primeros resultados del análisis del registro funerario de Teotihuacan siguiendo las directrices de la arqueología de los fenómenos sociales (o arqueonomía). Arrojan luz sobre las fluctuaciones de la economía mesoamericana durante el Clásico Temprano y ayudan a entender qué ocurrió realmente en el seno de ese gran Estado prehispánico; por ejemplo, aclarando cómo se gestó la expansión militar hacia el área maya o cómo se produjo el colapso de Teotihuacan, todo ello merced a la observación cuantitativa de una serie de parámetros sociales*

Recibido: 17-5-2021. Aceptado: 31-5-2021. Publicado: 14-6-2021.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Emily Lena Jones. Arqueol. Iberoam.
Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <https://n2t.net/ark:/49934/250>. <http://purl.org/aia/4717>.

fundamentales para comprender no solo la evolución de esta civilización antigua del Nuevo Mundo sino también la dinámica mesoamericana de su tiempo.

PALABRAS CLAVE. *Teotihuacan; fluctuaciones económicas; economía mesoamericana; Mesoamérica.*

ABSTRACT. *This paper presents the first results of the analysis of the mortuary record of Teotihuacan following the guidelines of the archaeology of social phenomena (or archaeonomy). The results shed light on the fluctuations of the Mesoamerican economy during the Early Classic and help to decode what really happened within that great pre-Hispanic State; for example, clarifying how the military expansion towards the Maya area took place or how the Teotihuacan collapse occurred. This is possible due to the quantification of a series of fundamental social parameters, which allow us to understand not only the evolution of this ancient New World civilization but also the dynamics of Mesoamerica in this time.*

KEYWORDS. *Teotihuacan; economic fluctuations; Mesoamerican economy; Mesoamerica.*

INTRODUCCIÓN

Cuando en 2014 se publicaron los resultados de la investigación sobre el registro funerario de la cuenca del río Balsas, México, se demostró de forma fehaciente, es decir, con pruebas irrefutables, que el colapso de las civilizaciones mesoamericanas clásicas había quedado codificado en las ofrendas de los entierros. Desde entonces, se ha seguido avanzando considerablemente en esa línea, aunque la comunidad académica siga guardando un incomprensible mutismo que pone en entredicho tanto su propia autoridad como su razón de ser. No se puede negar la verdadera ciencia permanentemente. Ya va siendo hora de que se haga justicia reconociendo las sólidas evidencias que se están aportando desde hace tanto tiempo o la arqueología oficial seguirá siendo una disciplina seudocientífica que solo aspira a recoger datos, describirlos e interpretarlos subjetivamente. Tras esa primera contribución, siguieron otras acerca de los mayas clásicos de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) en 2015, así como sobre los zapotecas de Monte Albán (2016). Sin embargo, faltaba acometer el reto más decisivo representado por la civilización mesoamericana más importante: Teotihuacan (figura 1). Aquí se da un primer paso que arroja luz sobre las fluctuaciones de su economía, a lo largo de las sucesivas fases que jalonan el periodo Clásico Temprano, gracias al análisis del registro mortuario aportado por esa gran metrópolis de la mano de la *arqueología de los fenómenos sociales* (Izquierdo-Egea 2014, 2015, 2016a, 2016b, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b; Flores e Izquierdo-Egea 2018), también conocida como *arqueonomía* por su demostrada capacidad predictiva.

El panorama funerario de Teotihuacan exhibe una enorme complejidad. Constituía un nuevo desafío pendiente de consumar, sin duda, por razones obvias, el más relevante de la Mesoamérica prehispánica. Finalmente, tras una intensa y ardua labor investigadora, desarrollada inicialmente entre septiembre y octubre de 2019, se obtuvo una fructífera recompensa que no solo confirma lo que ya se sabía a través de otros registros mortuarios mesoamericanos, sino que aporta información más precisa a nivel local.

MUESTREO

El muestreo que dio lugar a la serie temporal analizada se elaboró a partir de los inventarios publicados por Rattray (1992), Storey (1992), Sempowski y Spence (1994), Rattray (1997) y Archer (2012).

Evelyn C. Rattray (1997) no alude a su obra previa (1992), de la cual nace esta traducción al español que contiene errores de bulto. De hecho, hay que consultar la versión original en inglés de 1992 para solventarlos. Tampoco cita las contribuciones de Storey (1992) o Sempowski y Spence (1994). Además, los registros funerarios examinados plantearon un problema cronológico serio al fechar un siglo más tarde el decisivo periodo final o fase Metepec, durante el cual se producía el colapso teotihuacano. Esa extraña datación, propuesta por Rattray (1992, 1997) y mantenida por Sempowski y Spence (1994), fue corregida por Cowgill (2015) y adoptada por Nichols (2016), resultando una cronología teotihuacana más coherente que seguiremos aquí.

La serie analizada (c. 150-650 AD) se corresponde exactamente con el Clásico Temprano (c. 150/200-650

Tabla 1. Parámetros sociales de la serie temporal correspondiente a Teotihuacan (c. 150-650 AD).

Periodo	R	D	C	P	A	iR	iD	iC	iP	iA	W	K	G	U	Z	E	ΔE	O	iO	Q	ΔQ	
150-250	118,28	124,86	1,06	43	40,73													0,95				
250-350	91,97	264,92	2,88	100	34,72	0,7776	2,1217	2,7287	2,3256	0,8523	0,66	3,51	3,20	0,73	-1,94	-27,77		0,35	0,37	-2,36		
350-450	62,85	149,31	2,38	50	21,05	0,6834	0,5636	0,8247	0,5000	0,6063	0,41	1,21	1,36	0,37	-1,38	-83,88	-56,11	0,42	1,21	0,39	2,75	
450-550	102,21	169,31	1,66	69	41,65	1,6263	1,1339	0,6973	1,3800	1,9791	3,22	0,43	0,35	3,92	2,67	93,51	177,39	0,60	1,43	0,74	0,35	
550-650	55,25	97,29	1,76	24	13,63	0,5406	0,5746	1,0630	0,3478	0,3272	0,18	1,97	3,25	0,11	-3,53	-77,79	-171,29	0,57	0,94	-0,12	-0,86	

R: riqueza relativa; D: desigualdad social; C: conflictividad social; P: población representada; A: nivel de recursos disponibles; iR: índice de riqueza relativa; iD: índice de desigualdad social; iC: índice de conflictividad social; iP: índice de la población representada; iA: índice del nivel de recursos disponibles; W: índice de White; K: índice de riesgo de colapso; G: índice de riesgo de guerra; U: índice de desarrollo urbano; Z: índice de estado de una sociedad; E: energía libre (reversibilidad del proceso social); ΔE: incremento de la energía libre; O: cohesión social; iO: índice de cohesión social; Q: estabilidad del proceso social; ΔQ: incremento de la estabilidad del proceso social.

AD). Unificando los conjuntos funerarios de la urbe —La Ventilla, Tlajinga, barrio oaxaqueño, Patios de Zacuala, Tlamimilolpa, barrio de los comerciantes, Yahual y Xolalpan, excluyendo Tetitla porque provocaba una anomalía inadmisibles en la última fase de la serie temporal— pertenecientes a la misma fase, se seleccionaron las siguientes muestras siguiendo los habituales criterios de buena conservación y datación fiable (en algunos casos, dada la repetición en origen de la numeración inventariada para distintos sectores funerarios, se especifica entre paréntesis una referencia a la signatura de la excavación en el caso del barrio oaxaqueño o al número total de objetos que componen el ajuar):

1. *Tlamimilolpa Temprano* (c. 150-250 AD, N = 43): 175, 178, 180, 183, 184, 223, 233, 235, 237, 238, 249, 050, 262, 272, 287, 295, 297, 308, 320, 6A, 10, 31, 41a, 41b, 41c, 41d, 41e, 56, 57, 60a, 60c, 60d, 68, 1A, 1B, 2 (TL1), 1 (TL67), 2 (TL67), 3 (1), 4 (TL-67), 5 (TL-67), 6, 7 (TL-67).

2. *Tlamimilolpa Tardío* (c. 250-350 AD, N = 100): 165, 166, 172, 182, 190, 199, 203, 204, 205, 206, 228, 232, 243, 248, 257, 258, 276, 279, 283, 289, 290, 302, 311, 11, 12, 13 (4), 14, 15, 18, 19, 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 22a, 22b, 22c, 25, 28a, 28b, 28c, 28d, 28e, 28f, 30a, 30b, 32 (4), 35, 40a, 40b, 42a, 42b, 43, 44, 45a, 45b, 47a, 47b, 52, 53, 55, 58, 59a, 59b, 62a, 62b, 63a, 63b, 64, 65, 66, 69, 70, 5A, 5B, 20A, 20B, 25A, 36, 39, 42A, 42B, 42C, 1A, 1B, 22, 1 (234), 5 (40), 7 (2), 9 (17), 20, 21, 22aa, 22bb, 23, 10a, 10b, 25B, 26.

3. *Xolalpan Temprano* (c. 350-450 AD, N = 50): 157, 158, 159, 160, 161, 173, 193, 194, 222, 292, 7 (3),

29a, 20b, 39, 46a, 46b, 49, 67, 100, 103, 2A, 2B, 2C, 9 (3), 10, 11 (8), 1-83, 2-83, 2 (TL-1), 4 (6), 14a, 14b, 14c, 14d, 26 (32), 27, 27A, 28, 29, 32 (7), 24a, 24b, 24c, 24d, 13 (6), 14, 15, 16, 1 (15), 2 (17).

4. *Xolalpan Tardío* (c. 450-550 AD, N = 69): 179, 181, 197, 198, 220, 221, 282, 299, 2a, 2b, 8, 9 (5), 17a, 17b, 20, 23, 24, 26 (0), 33, 34, 36, 37, 38a, 38b, 48, 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, 51, 54, 60b, 61, 074, 075, 076, 080, 089, 101, 4A, 4B, 3AA, 4bb, 5 (5), 4 (18), 13 (52), 3-83, 4-83, 5-83, 3 (13), 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f, 13a, 13b, 15-1, 17 (11), 33a, 33b, 34B, 17 (66), 4a, 4b, 3bb, 4aa.

5. *Metepec* (c. 550-650 AD, N = 24): 168, 169, 170, 171, 196, 208, 227, 288, 3 (2), 5 (1), 081, 086, 088, 090, 099, 102, 6B, 1A, 12a, 12b, 1 (6), 5 (8), 6 (6), 7 (5).

En total, se analizaron los ajuares de 286 enterramientos correspondientes a las 5 muestras de las fases cronológicas que integran la serie temporal teotihuacana (c. 150-650 AD). Este estudio es una primera aproximación que será completada más adelante con otras investigaciones, dada la trascendencia y relevancia de esta civilización mesoamericana.

RESULTADOS

Los resultados analíticos obtenidos figuran en la tabla 1, donde se aprecian los valores que toman los parámetros sociales medidos para la serie temporal teotihuacana. ¿Qué se puede deducir de la representación gráfica de los índices de todas estas variables (iR, iD, iC, iP, iA, W, K, G, U, Z, iO, Q)? La primera gráfica,

la cual ofrece un panorama aparentemente caótico, permite aislar tres conjuntos que siguen la misma tendencia a lo largo de toda la serie temporal (desde el 250 al 650 AD), mostrando una correspondencia plena entre los parámetros agrupados en cada uno de ellos (figura 2):

1) iR, iD, iP, iA, W y U. Aquí es la economía el eje que articula este conjunto desde el 250 AD. Es decir, existe una proporcionalidad directa entre la actividad productiva (iR) y la evolución de la desigualdad (iD), la población representada (iP), los recursos disponibles (iA), el cambio cultural (W) y el desarrollo urbano (U).

2) iC, K y G. Es decir, la conflictividad (iC) y el riesgo de colapso (K) y guerra (G) están directamente relacionados. Se entiende porque $K = iC/iR$ o bien $G = iC/iA$ (cf. Izquierdo-Egea 2018b, 2018c).

3) iO, Z y Q. O sea, la cohesión social (iO), el estado (Z) y la estabilidad (Q) de la sociedad son directamente proporcionales según la ecuación del parámetro Z y $Q = iO - iC$ (cf. Izquierdo-Egea 2019b: 68; 2019c: 81).

A la luz de estos datos, tras deducciones como las anteriores, cabe destacar alguna inferencia general. Es el caso del índice G, según el cual se aprecia que *la sociedad teotihuacana es muy belicosa en sus momentos más críticos* —salvo en su época de mayor prosperidad según la serie temporal estudiada, que corresponde a la fase Xolalpan Tardío (c. 450-550 AD)—, como iremos viendo más adelante a medida que vayamos discutiendo, contrastando y correlacionando los resultados analíticos obtenidos. Es decir, emplearía la guerra como instrumento de una política expansionista que promueve el imperialismo teotihuacano por toda la región mesoamericana. A continuación, examinaremos lo que nos dicen las evidencias materiales del registro funerario a través de los parámetros sociales inferidos.

Teotihuacan al borde del colapso: la fase Tlamimilolpa Tardío (c. 250-350 AD)

La población representada (P) ha crecido de forma alarmante (132.56 %), alcanzando el máximo de toda la serie y los recursos disponibles (A) han menguado ligeramente (-14.76 %). Además, se atisba una recesión económica por el descenso (-22.24 %) de la actividad productiva (R) y se dispara la desigualdad social (D) hasta duplicarse (112.17 %), todo lo cual conlleva un incremento desmesurado (171.70 %) de la conflictividad social (C) y genera una situación explosiva que registra el mayor riesgo (3.51) de colapso (K) y uno de

los dos más elevados (3.20) de guerra (G) de toda la serie temporal teotihuacana. Además, el proceso se hace irreversible ($E = -27.77$), el estado de la sociedad (Z) es desfavorable (-1.94) y la inestabilidad (Q) campa a sus anchas (-2.36). Esto es lo que nos dicen los parámetros que miden los fenómenos sociales codificados en el registro funerario (cf. tabla 1 y figuras 3, 4 y 5).

En síntesis, Teotihuacan muestra en ese tiempo los síntomas de una clara recesión económica unida a un crecimiento desmesurado de la población (superpoblación) mientras los recursos disponibles para sostenerla disminuyen —pudiendo producir, por tanto, una crisis alimentaria cuyos efectos (morbilidad, mortalidad) se harán visibles en la siguiente fase con una tremenda reducción del tamaño de la población representada— y la desigualdad social aumenta de forma desorbitada. Todo ello incrementa enormemente la conflictividad interna y se alcanza el riesgo de colapso más alto. Como resultado, tenemos un Estado teotihuacano que alcanza ahora su mayor grado de inestabilidad.

De hecho, el descontento de una numerosa población empobrecida y falta de medios para subsistir pudo forzar a las autoridades, con el fin de evitar el colapso de la formación, a promover una política expansionista impulsando el imperialismo militar de la siguiente fase, convertido así en un eficaz mecanismo regulador que evitó la catástrofe de un colapso anticipado debido a causas internas y esa respuesta ante tan grave amenaza será implementada en el periodo posterior.

En definitiva, ahora sí que podríamos hablar de *una revolución social* en Teotihuacan, cuyas consecuencias se harán visibles en la siguiente fase, silenciada por el paradigma académico vigente actualmente, acaso porque no dispone de evidencias tan reveladoras como las que está ofreciendo el análisis científico que aquí se expone. Si traemos a colación el nuevo parámetro A/P ,¹ observamos que este se convierte en un argumento que avala todavía más la hipótesis de la crisis social que habría generado el contexto desfavorable de esta fase. Calculando todos los promedios de la serie temporal estudiada, tendríamos que A/P toma los siguientes valores (indicando entre paréntesis cada periodo): 0.95 (c. 150-250 AD), 0.35 (c. 250-350 AD), 0.42 (c. 350-450 AD), 0.60 (c. 450-550 AD), 0.57 (c. 550-650 AD).

¹ Al dividir el nivel de recursos disponibles estimados (A) por la población representada (P), que equivale a la inversa de la conflictividad ($1/C = A/P$, pues $C = P/A$), expresamos una aproximación al promedio de recursos disponibles por habitante. Se trata de una nueva y simple herramienta estadística que contribuye a aclarar lo que realmente sucedió.

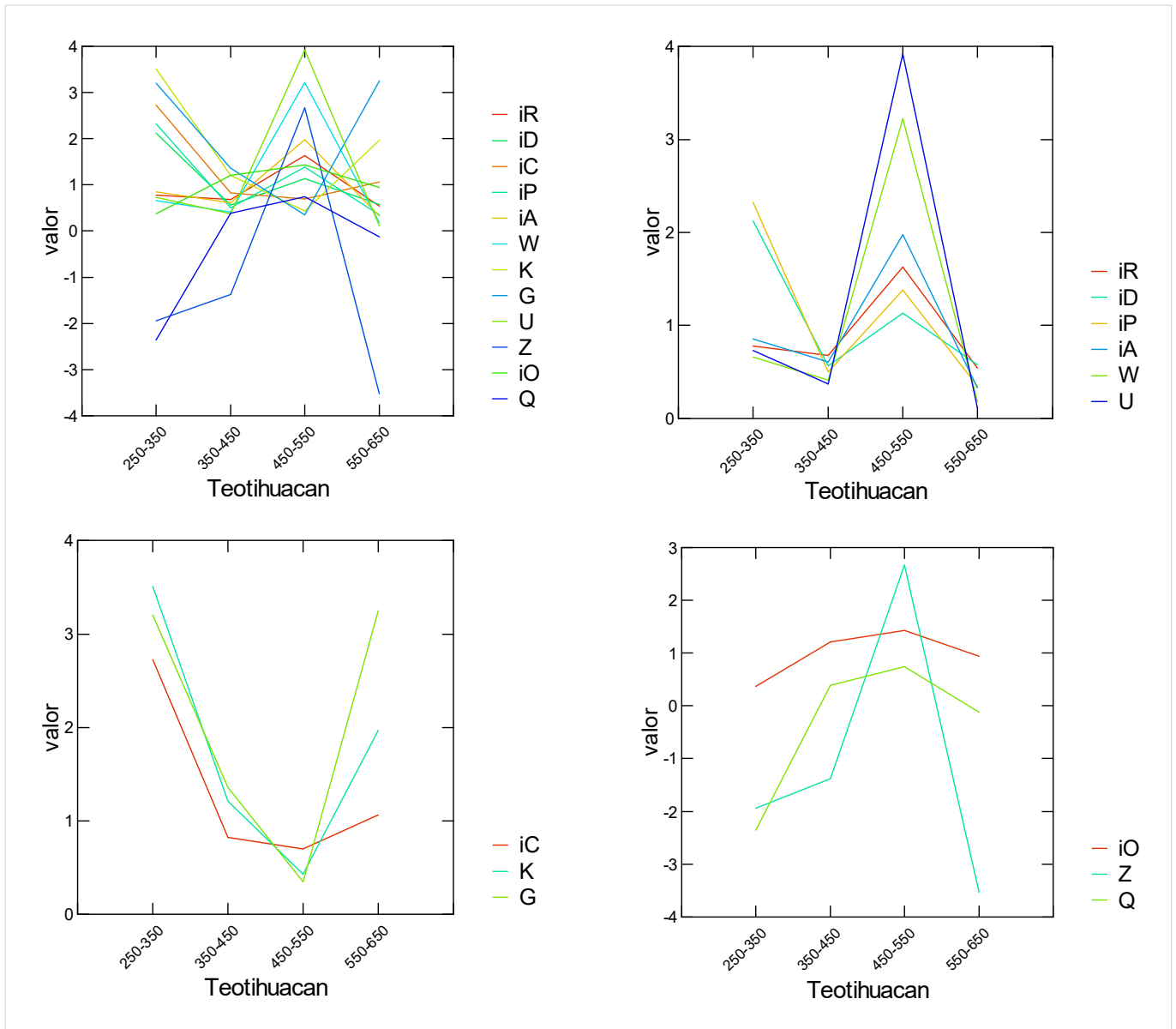


Figura 2. Representación gráfica de algunos parámetros sociales (índices) de la serie temporal teotihuacana: iR (riqueza relativa), iD (desigualdad social), iC (conflictividad social), iP (población representada), iA (nivel de recursos disponibles), W (White), K (riesgo de colapso), G (riesgo de guerra), U (desarrollo urbano), Z (estado de una sociedad), iO (cohesión social), Q (estabilidad del proceso social).

Según estos datos, aunque los recursos disponibles menguasen ligeramente, como se dijo más arriba, su impacto negativo sobre la población sería enorme porque esta ha experimentado un crecimiento desorbitado y los recursos por habitante (A/P) se han reducido drásticamente (-63.16 %).

Crisis económica y expansión teotihuacana en la fase Xolalpan Temprano (c. 350-450 AD)

En la fase Xolalpan Temprano, periodo sumamente convulso que desembocará en una época de bonanza,

todavía siguen cayendo con mayor intensidad (-39.37 %) los recursos disponibles (A) y la economía (R) acentúa su crisis (-31.66 %), mientras que la explosión demográfica de la fase anterior acusa un cambio radical y la población (P) sufre una drástica disminución hasta reducirse a la mitad (-50 %).

Sin embargo, frente a estos factores adversos, mengua ligeramente (-17.36 %) la conflictividad (C), que todavía sigue siendo muy elevada, y disminuyen tanto el riesgo de colapso (K, -65.53 %) como el de guerra (G, -57.50 %) y los recursos por habitante (A/P = 0.42) aumentan un 20 % respecto al periodo precedente (cf. tabla 1). Todo lo cual se produce en un momento de

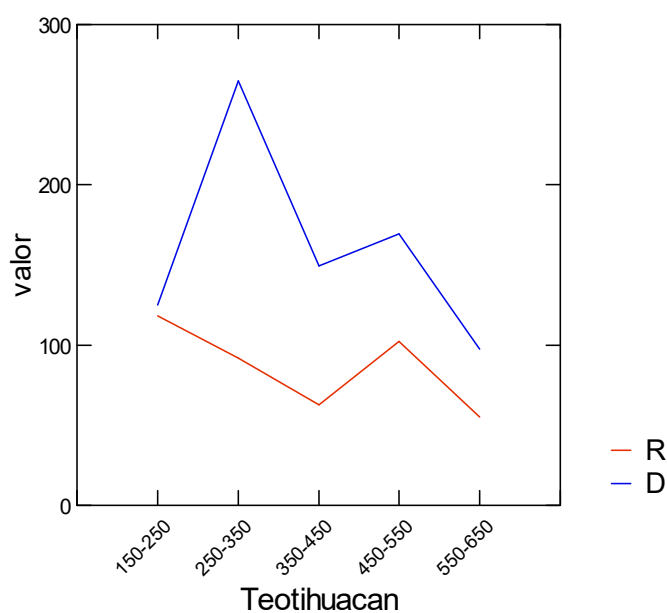


Figura 3. Evolución de la riqueza relativa (R) y la desigualdad social (D) en Teotihuacan.

crisis demográfica y económica provocada por la escasez de recursos disponibles.

A todo ello hay que añadir el máximo de irreversibilidad del proceso social (E) que ahora se alcanza, es decir, la gestión de la economía habría fracasado estrepitosamente; de ahí la imperiosa necesidad de solucionar esta situación explosiva, como ya se dijo antes, promoviendo una exitosa política de expansión militar que captó recursos para la maltrecha economía teotihuacana e hizo posible la prosperidad de la siguiente fase (Xolalpan Tardío, *c.* 450-550 AD). Además, el desarrollo urbano (U) se reduce (-49.32 %) y el estado general de la sociedad (Z) sigue siendo desfavorable (-1.38). Asimismo, el notorio descenso de la desigualdad social (D) ahora registrado (-43.64 %) y el incremento de los recursos por habitante (A/P), unido al marcado descenso del riesgo de colapso y guerra y, sobre todo, el de la inestabilidad de la sociedad (Q, -116.53 %) —o sea, la sociedad muestra ahora una estabilidad ausente en la fase anterior—, estarían probando el acierto de esa nueva política que ha sido capaz de reducir las tensiones internas heredadas del periodo anterior. Los indicadores paramétricos analizados así lo atestiguan.

Por otro lado, la persistente escasez de recursos se vería agravada por el cambio climático hacia condiciones menos húmedas detectado alrededor del año 400 de nuestra era (Park *et al.* 2019), lo cual comportaría más sequías y menos cosechas. Se trata de otra variable importante a considerar. El clima se ha vuelto más seco y provocaría un notorio descenso de los recursos dispo-

nibles para sostener una elevada población que, como consecuencia, disminuye ostensiblemente según el registro funerario. No obstante, en casos como el de Teotihuacan, el clima condiciona, no determina. Es decir, las sociedades pueden superar las condiciones adversas que aporte un cambio climático si saben adaptarse a ellas para perpetuar su reproducción. De hecho, al disminuir más la población que los recursos disponibles, el balance resultó positivo, probando que la crisis pudo ser superada sin desembocar en el riesgo de colapso de la fase anterior.

En tal sentido, la expansión política de Teotihuacan cumpliría dos objetivos: actuar como una válvula de escape para solventar los graves problemas internos planteados en el periodo precedente (*c.* 250-350 AD) y solucionar la escasez de recursos que había conducido a esa crítica situación poniendo al Estado teotihuacano al borde del colapso en aquella época.

En la fase Xolalpan Temprano (*c.* 350-450 AD) se produce la conquista teotihuacana de la ciudad maya de Tikal (378 AD) (Braswell 2003: 24). Desde finales del siglo IV hasta principios del V se mantuvo una estrecha relación entre Teotihuacan y el mundo maya basada en el dominio militar impuesto por la gran metrópolis (Braswell 2003: 37; Cowgill 2003: 318, 329). Es a partir de ahora cuando cabe suponer que las fluctuaciones de las economías teotihuacana y mesoamericana convergen plenamente. La crisis económica y demográfica detectada en el registro funerario de Teotihuacan, así como la conflictividad interna subyacente y el consiguiente riesgo de colapso, fueron regulados mediante el mecanismo de la guerra exterior (expansión militarista) para captar recursos, lo cual se volverá a ver más tarde entre los mayas del Clásico Terminal (Izquierdo-Egea 2015: 22-23).

El impulso expansivo hacia tierras mayas buscaba remediar o mitigar los efectos de la crisis económica teotihuacana. La crónica escasez de recursos ahora observada, tanto en esta fase como en la anterior, motivó dicha expansión militar. El decisivo impacto negativo de esa falta de medios materiales se verá más tarde tanto en la fase final teotihuacana (*vide supra*, tabla 1) como en la cuenca del río Balsas, Monte Albán y la civilización maya del Clásico Tardío (cf. Izquierdo-Egea 2015, 2016a, 2016b).

En síntesis, la expansión de Teotihuacan hacia tierras mayas a lo largo de la fase Xolalpan Temprano (*c.* 350-450 AD) solventó la escasez de recursos y sentó las bases de la prosperidad que viviría durante la posterior fase Xolalpan Tardío (*c.* 450-550 AD).

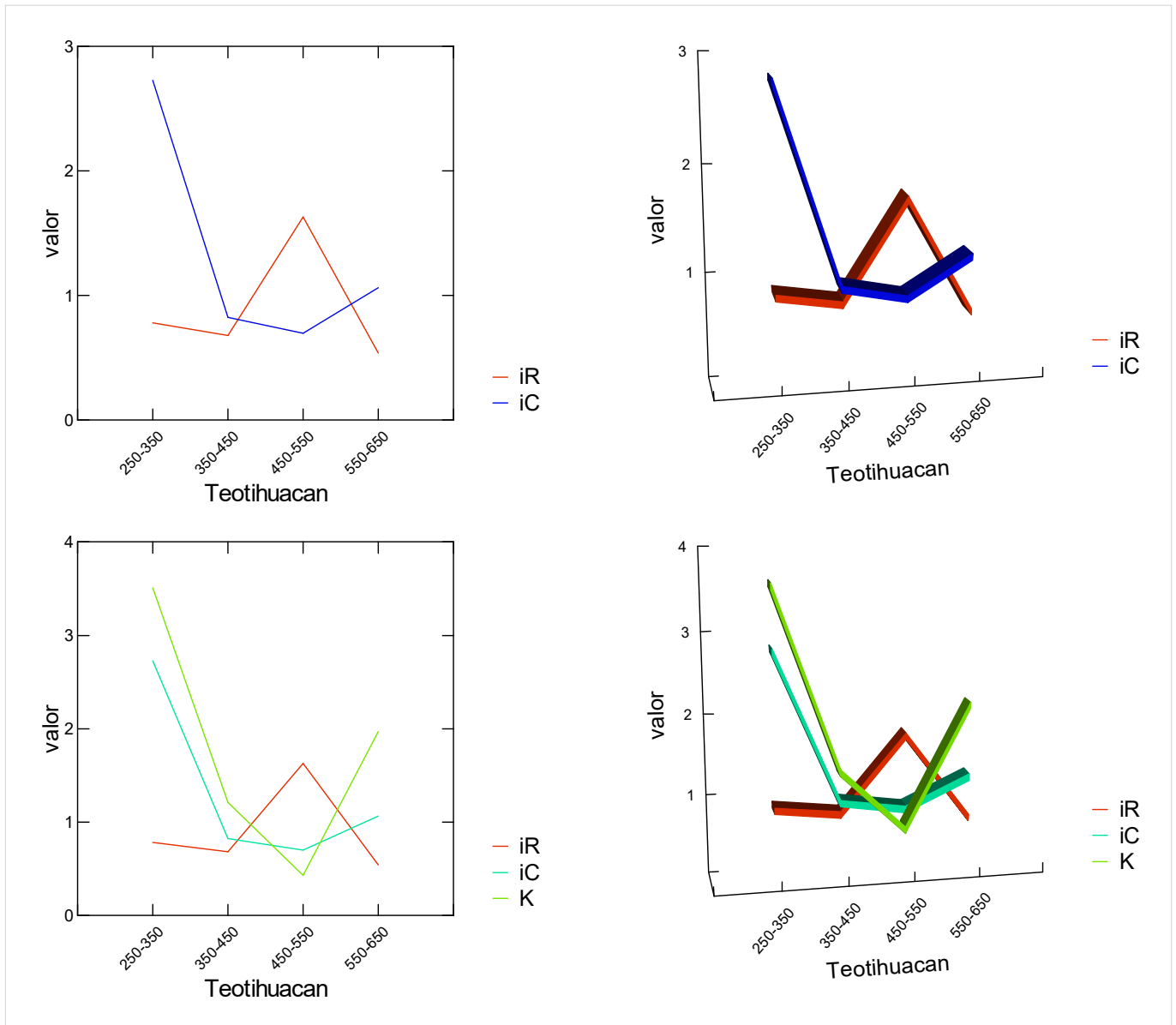


Figura 4. Evolución temporal de los índices de riqueza relativa (iR), conflictividad social (iC) y riesgo de colapso (K) en Teotihuacan.

La prosperidad teotihuacana de la fase Xolalpan Tardío (c. 450-550 AD)

Según los datos de la tabla 1, durante esta fase crece notoriamente (62.63 %) la economía (R), aumenta ligeramente (13.39 %) la desigualdad social (D), descien- de (-30.25 %) la conflictividad interna (C), crece (38 %) la población representada (P) y los recursos disponibles (A) experimentan un extraordinario incremento (97.86 %) hasta casi duplicarse y alcanzar el máximo de la serie. Además, mejora notablemente la distribución de dichos recursos entre la población ($A/P = 0.60$), mostrando un aumento por habitante del 42,86 %. Todos estos factores favorables generan un cambio cul-

tural expresado por el índice de White (W), algo que no ocurría en ninguna otra fase, el cual logra ahora el máximo de la serie (3.22). A su vez, los índices de riesgo de colapso y guerra muestran los valores mínimos: 0.43 y 0.35, respectivamente. Asimismo, el índice de desarrollo urbano (U) exhibe en esta época el máximo de toda la serie (3.92). Además, como compendio de todos estos parámetros, el índice que estima el estado general de la sociedad (Z) no solo deja de ser negativo sino que alcanza un elevado valor (2.67) sin parangón, mostrando claramente la prosperidad de Teotihuacan en ese tiempo. Igualmente, la elevada reversibilidad (E) medida manifiesta una buena gestión económica y la sociedad exhibe ahora su mayor estabilidad (Q).

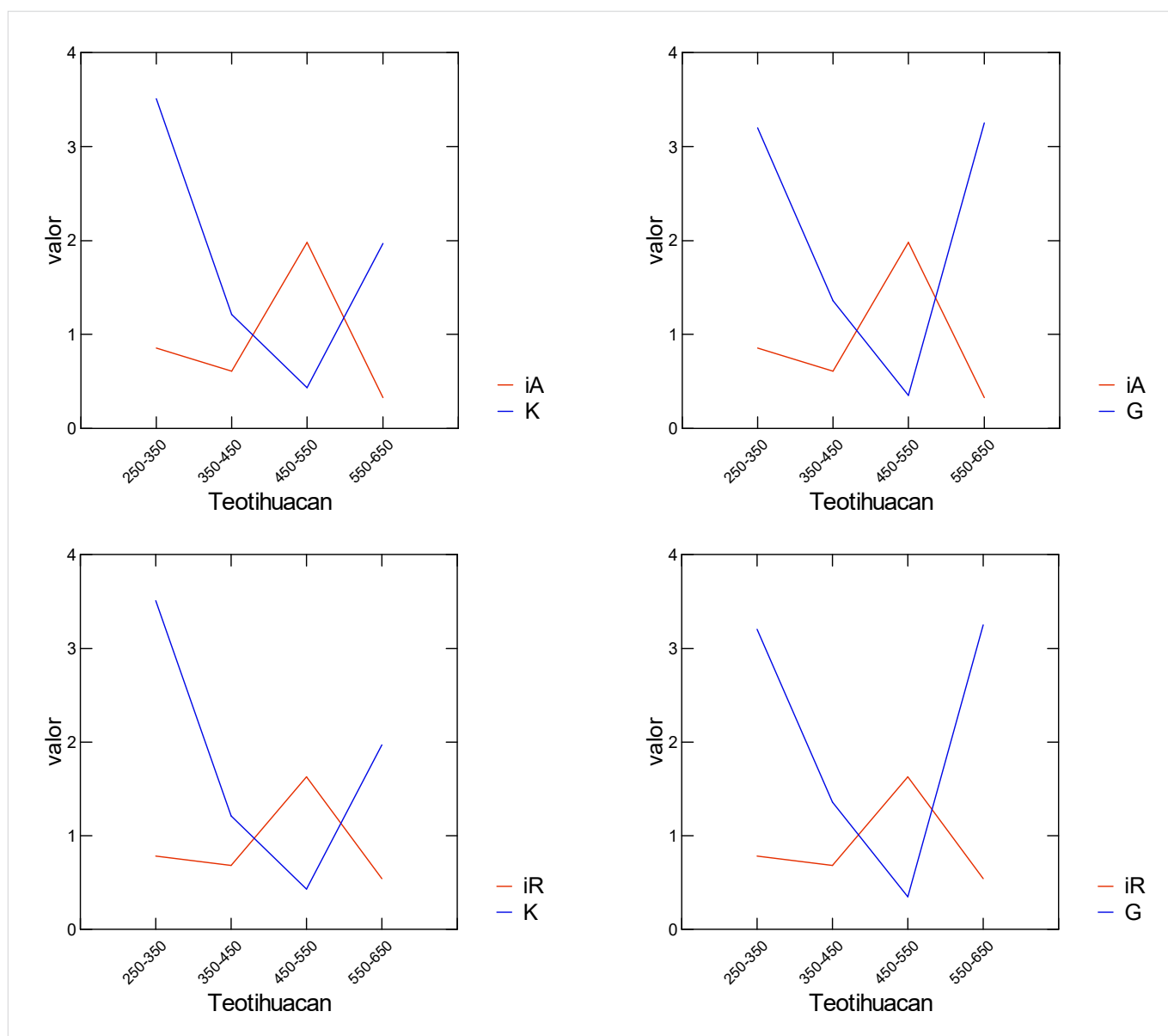


Figura 5. Comparación de la evolución temporal de los índices de recursos disponibles (iA) y riqueza relativa (iR) con la de los índices de riesgo de colapso (K) y guerra (G) en Teotihuacan.

Según se avanzó anteriormente, tal como prueban los indicadores analizados, cabe atribuir el auge y la prosperidad económica de este periodo a la política de expansión de la fase Xolalpan Temprano (c. 350-450 AD), adoptada como respuesta a la grave crisis social que puso al Estado teotihuacano al borde del colapso en la fase Tlamimilolpa Tardío (c. 250-350 AD).

El colapso de Teotihuacan en la fase Metepec (c. 550-650 AD)

Según la lectura de los parámetros sociales (*vide supra*, tabla 1), la economía teotihuacana se hunde y anticipa el colapso que sufrirá en esta última fase (Metepec,

c. 550-650 AD). De hecho, Teotihuacan registra ahora el mayor descenso (−45.94 %) de la actividad productiva (R) de toda la serie temporal. Por su parte, los recursos disponibles (A) experimentan otra enorme caída (−67.27 %), tan abrupta (−65.22 %) como la del parámetro demográfico (P), que ahora toca fondo con el mínimo observado para todas las fases. Ahora bien, su impacto sobre la población debe ser matizado.

Se aprecia claramente que la caída de los recursos disponibles, motivada por un prolongado periodo de sequía extrema (Park *et al.* 2019), no solo es proporcional sino que es prácticamente idéntica a la del descenso poblacional, por eso el valor que toma el parámetro A/P (0.57) en este momento (c. 550-650 AD) es casi el

mismo que en la fase anterior (0.60). En otras palabras, los recursos por habitante en plena crisis apenas varían respecto a la prosperidad del periodo precedente (Xolalpan Tardío, *c.* 450-550 AD), demostrando que *el abrupto descenso de los recursos disponibles no es la causa del colapso teotihuacano*. Luego, según ese dato, cabe deducir que el cambio climático no fue determinante en el hundimiento de esta civilización mesoamericana y hay que buscar otros factores para explicarlo debidamente. De hecho, ante la consiguiente escasez de alimentos, la población de Teotihuacan se adaptó a esta circunstancia reduciendo drásticamente su tamaño.

Por otro lado, la desigualdad social (D) disminuye notablemente (-42.54 %) hasta alcanzar el valor más bajo de toda la serie temporal y la conflictividad social (C) apenas aumenta (6.02 %). Por tanto, en función de estos datos, no se puede hablar de una *revolución social* en marcha capaz de culminar el colapso teotihuacano.

Estos dos sólidos argumentos (el inexistente impacto de la caída de recursos sobre la población y el pronunciado descenso de la desigualdad social) niegan que el colapso se produjese como consecuencia directa del cambio climático (determinismo ambiental) o la revolución social resultante (paradigma actual), luego descartan las dos causas más empleadas para interpretar el final de la civilización teotihuacana. En consecuencia, se viene abajo el edificio explicativo que predomina hoy en día y quienes recurran al escepticismo o a la negación de las evidencias pueden comprobar la veracidad de los datos empíricos en cualquier momento si disponen de tiempo.

Otros indicadores contribuyen a conformar el sombrío panorama que se cierne sobre la fase final de Teotihuacan. El retroceso mostrado por el índice de cambio cultural (W) es el mayor de la serie (-94.41 %). De igual manera, el desarrollo urbano (U) cae hasta el mínimo de todas las fases (-97.19 %). Lo mismo ocurre con el índice que expresa el estado de la sociedad (Z) teotihuacana en ese periodo, el cual disminuye de forma harto elocuente (-232.21 %) hasta alcanzar el valor más bajo (-3.53). Por su parte, la irreversibilidad (E), que indica el fracaso de la gestión económica, vuelve a dispararse (-77.79) y resurge la inestabilidad ($Q < 0$) en el seno de la sociedad (-0.12), creciendo un 116.22 %. Todo ello describe un paisaje desolador que configura el ocaso final de la civilización teotihuacana.

Por último, el riesgo de colapso (K) se dispara de forma escandalosamente amenazadora (358.14 %) respecto a la fase anterior, aunque no sea tan elevado (1.97)

como el del periodo 250-350 (fase Tlamimilolpa Tardío). Ocurre lo mismo con un parámetro que nos da la clave para entender cómo finalizó realmente el proceso que condujo al colapso final del Estado teotihuacano: el riesgo de guerra ($G = 3.25$). Lo más impactante es que esta variable experimenta un brutal aumento del 828.57 % respecto a la fase precedente. Este parámetro es tremendamente revelador y nos está proporcionando una clara pista de lo que sucedió en realidad. Evidentemente, hubo una serie de factores o causas que generaron el ocaso de esta civilización, pero el colapso del Estado teotihuacano pudo haber sido provocado por una invasión que destruyó su centro de poder, tal como indica el elevadísimo incremento del índice de riesgo de guerra.

Correlaciones entre el registro funerario y otras fuentes en la fase Metepec

El declive de Teotihuacan comienza hacia el año 550 de nuestra era y finaliza con su caída alrededor del 650 AD (Cowgill 2007: 261; Manzanilla 2003, 2015). La gran crisis de ese tiempo afecta a tres regiones mesoamericanas y provoca el colapso de sus civilizaciones: la teotihuacana (*c.* 650 AD), la zapoteca de Monte Albán (*c.* 800 AD) y la maya clásica (*c.* 900 AD). Podría verse como una lenta reacción en cadena (Izquierdo-Egea 2014: 17; 2015: 18).

En la costa meridional mesoamericana, la ciudad maya de Montana, dependiente de Teotihuacan, entra en decadencia tras el colapso de su metrópolis, coincidiendo con el ascenso de Cotzumalguapa como centro regional hegemónico (Chinchilla 2013: 201, 203). De hecho, el ocaso y hundimiento de Teotihuacan puso fin a su influencia sobre el mundo maya, creando un vacío de poder que condiciona la historia maya de los siglos VI y VII de nuestra era, época convulsa a lo largo de la cual estalla la gran guerra internacional entre Tikal y Calakmul y sus respectivos aliados y vasallos (Demarest y Fahsen 2003: 164; Izquierdo-Egea 2015: 20, 22). No olvidemos tampoco que en las postrimerías del Clásico Temprano, momento en que acontece el desmoronamiento de la gran urbe teotihuacana, la civilización maya también acusa un periodo de sequía (*c.* 580 AD) y se reduce la construcción de monumentos entre los años 530 y 650 de nuestra era (deMenocal 2001: 670).

Según George L. Cowgill (1997: 133; 2007: 261), la población de Teotihuacan creció rápidamente y alcanzó su máximo hacia el año 200 AD (100 000 habi-

tantes, ocupando una superficie urbana de 20 km², que llegaron a dominar un vasto territorio con una extensión de 25 000 a 100 000 km² según dicho investigador), es decir en la fase Tlamimilolpa Temprano (c. 150-250 AD), lo cual no parece del todo cierto pues, según el registro funerario, la demografía aumenta todavía mucho más en el periodo posterior (Tlamimilolpa Tardío, c. 250-350 AD). Esta aparente contradicción no es óbice para reconocer, en base a las evidencias emanadas de los datos (*vide supra*, tabla 1), que la fase Tlamimilolpa Temprano presenta a grandes rasgos una situación más favorable que la siguiente, ya que la actividad económica es superior (28.61 %) y la desigualdad social fue muy inferior (-52.87 %). Asimismo, la conflictividad (C) de ese momento inicial es la menor (1.06) de toda la serie temporal, los recursos disponibles (A) son abundantes (40.73) y su proporción por habitante (0.95) es la más alta de todas las fases.

Tampoco es aceptable la afirmación de que el tamaño de la población apenas cambió desde que alcanzase el supuesto máximo hacia el año 200 AD (Cowgill 2007: 261). Basta con observar el registro funerario para desmentirla. Sin embargo, sí es cierto, según las evidencias empíricas vistas, que la población sufrió su mayor declive desde principios de la última fase (Metepc, c. 550 AD) hasta el colapso o caída del Estado teotihuacano alrededor del 650 AD. Y ese considerable descenso demográfico se habría producido antes de que el centro político y ceremonial fuese incendiado hacia el año 650 de nuestra era, tras lo cual la ciudad pudo haber sido abandonada brevemente (Cowgill 2007: 263; Tainter 1988: 13).

En Teotihuacan hay claras pruebas materiales del progresivo abandono del mantenimiento de sus servicios públicos (suministro de agua, limpieza, abastecimiento de alimentos) entre los años 600 y 650 AD. La imposibilidad de satisfacer el sustento de una «población tan numerosa» habría propiciado la emigración —lo cual coincide con la drástica reducción del número de habitantes en proporción al abrupto descenso de los recursos disponibles que revelan los datos empíricos analizados aquí (*vide supra*)— hasta el abandono final de la ciudad. Gómez y Gazzola (2004), así como López Luján *et al.* (2006), describen el caótico panorama que se cierne sobre la ciudad en esos años y cómo se desmorona la capital de un imperio que hasta entonces ostentaba la hegemonía mesoamericana; a propósito de lo cual hablan de «la falta de mecanismos de regulación eficientes» capaces de solucionar un «descontento social» responsable del éxodo de la población y la que-

ma de edificios públicos y templos, cuyas ruinas también fueron saqueadas. Sin embargo, el registro funerario desmiente tales afirmaciones, pues *no hubo una revolución social detrás de esas destrucciones*, tal como vimos anteriormente.

López Luján *et al.* (2006) son elocuentes al describir la destrucción de imágenes en el apocalíptico final de Teotihuacan, asimilable a un brote iconoclasta: la metrópolis pereció en las llamas del gran incendio que asoló el centro de la ciudad y nunca pudo levantarse de sus cenizas. Todos los símbolos del poder fueron destruidos con saña. Salvando las distancias, se trata de un fenómeno similar al ocurrido en el convulso ocaso de la civilización ibérica arcaica (Izquierdo-Egea 1996-97: 122-123; 2009: 17, 21; 2012a: 70, 90; 2012b: 6). Todo eso es cierto, sin embargo, quienes lo realizaron no serían los propios teotihuacanos sino sus enemigos, como ya se dijo más arriba.

Finalmente, irrumpen sobre la antaño opulenta y poderosa Teotihuacan poblaciones marginales como los coyotlatelcos (Moragas 2005; Beramendi-Orosco *et al.* 2009: 106-107), que se asientan sobre sus ruinas conviviendo con los últimos teotihuacanos que aún permanecían allí. Así concluyó el triste ocaso de «la ciudad más importante que hubo alguna vez en el México antiguo» (Gómez y Gazzola 2004: 52; Izquierdo-Egea 2014: 16).

A partir de ese momento y hasta c. 900 AD, todavía vivían entre 10 000 y 40 000 personas en las inmediaciones de las ruinas de la ciudad y Teotihuacan pudo haber funcionado como la capital de una entidad política independiente. Durante la fase Mazapán (c. 900-1000 AD) del Posclásico Temprano, el valle de Teotihuacan permaneció independiente y constituyó un pequeño estado centralizado (Elson y Mowbray 2005: 199; Tainter 1988: 13; Izquierdo-Egea 2014: 16).

CONCLUSIONES

1. La cronología de Teotihuacan permite observar las fluctuaciones de la economía en periodos más cortos, algo que resultaba imposible hasta ahora y facilita conocer con mayor detalle el periodo Clásico Temprano en Mesoamérica.

2. Recuérdese que ya se aislaron dos ciclos económicos largos de la Mesoamérica prehispánica, uno completo (Clásico) y la mitad del siguiente (Posclásico) (cf. Izquierdo-Egea 2016a: 65, 67). Según el registro funerario de la cuenca del río Balsas en México, tenemos el

siguiente marco cronológico: Clásico Temprano (c. 150/200-650 AD), Clásico Tardío (c. 650-900 AD) y un Clásico Terminal (c. 800-900 AD) incluido en este último periodo. Teotihuacan cubre el periodo Clásico Temprano (c. 150/200-650 AD), donde podemos aislar las siguientes fluctuaciones de la economía mesoamericana: la recesión de la fase Tlamimilolpa Tardío (c. 250-350 AD), la crisis de la fase Xolalpan Temprano (c. 350-450 AD), la prosperidad de la fase Xolalpan Tardío (c. 450-550 AD) y la depresión de la fase Metepec (c. 550-650 AD). Cabe suponer que la nueva periodización corta del Clásico Temprano, merced al registro teotihuacano, pueda ser extrapolable a la región mesoamericana debido a la comprobada conexión existente entre las economías prehispánicas. No obstante, esta hipótesis debe ser contrastada y matizada con más fuentes de datos para confirmar su posible veracidad.

3. El expansionismo imperialista teotihuacano de la fase Xolalpan Temprano (c. 350-450 AD) hacia tierras mayas tuvo un origen económico y fue motivado por la escasez de recursos disponibles (ya iniciada en la fase Tlamimilolpa Tardía precedente) y la necesidad de captarlos mediante el empleo de la fuerza militar. De hecho, este último periodo (c. 250-350 AD) registra el riesgo más elevado de colapso ($K = 3.51$) de Teotihuacan en toda la serie temporal analizada. Se alcanza entonces la mayor desigualdad y conflictividad y el riesgo de guerra es casi idéntico al de la fase terminal (Metepec, c. 550-650 AD), en la cual se produce el colapso de esta civilización. Sin embargo, ese contexto tan adverso, definido por factores desfavorables, fue superado a lo largo del siguiente periodo (c. 350-450 AD) mediante una política expansionista responsable de la prosperidad de la fase Xolalpan Tardío (c. 450-550 AD).

4. Tampoco el cambio climático, es decir, la sequía extrema detectada en el siglo VII de nuestra era fue determinante en ese proceso, aunque influyese sobre el mismo de forma evidente y condicionase su evolución, contribuyendo a generar una crisis económica que registró el mayor descenso de la actividad productiva de toda la serie temporal teotihuacana estudiada. Según los parámetros inferidos a partir del registro funerario, en el colapso de la civilización teotihuacana, ocurrido durante la fase Metepec (c. 550-650 AD), hay que matizar el supuesto papel determinante que juega la escasez de recursos disponibles en un proceso marcado por una aguda crisis económica. De hecho, el riesgo de guerra crece mucho más que el de colapso, con lo cual cabe pensar que el primero podría ser el causante del segundo. Un análisis pormenorizado de los incrementos en

porcentajes (*vide supra*) así lo atestigua. Además, el parámetro que mide la inestabilidad también se dispara como consecuencia del posible conflicto bélico que acaba con la civilización teotihuacana destruyendo su centro de poder. Por tanto, el paradigma imperante, la hipótesis de la revolución social interna no solo quedaría en entredicho sino que se estaría desmoronando con estas nuevas evidencias empíricas, sobre todo a sabiendas de que la desigualdad social ha retrocedido hasta el mínimo de todas las fases y la conflictividad interna apenas ha aumentado. A esto se suma el hecho, tremendamente significativo, de la notoria disminución de la población como reacción que contrarresta la caída de los recursos disponibles.

5. Según las evidencias aportadas por el análisis del registro funerario, no hubo una revolución social que generase el colapso de Teotihuacan a lo largo de la fase Metepec, sino que este se produciría como consecuencia de una invasión militar que asestó un golpe certero a una ciudad en situación crítica, incendiando y destruyendo su centro de poder y poniendo fin a un decadente Estado teotihuacano debilitado por una fuerte depresión económica y el permanente riesgo de guerra que padecía. Así sucumbió, probablemente, tras una larga agonía que comienza con su declive hacia el año 550 AD y finaliza con su colapso alrededor del 650 AD.

6. La crisis económica terminal sería desencadenada por factores climáticos adversos como las sequías, que menguaron notablemente los recursos disponibles y la actividad productiva, contribuyendo a provocar guerras para captar recursos, así como un acusado descenso y emigración de la población, como efecto de esas nuevas circunstancias donde imperaba una permanente inestabilidad que preludiaba la lenta agonía de la gran urbe hasta su muerte, tras un largo proceso de resiliencia. No obstante, los teotihuacanos que siguieron ocupando la ciudad no debieron de pasar hambre según revela la proporción de alimentos por habitante registrada, que siguió siendo prácticamente la misma que en la próspera fase precedente, donde predominaba la abundancia. De hecho, la ciudad pudo resistir largo tiempo hasta sucumbir finalmente ante los enemigos que la cercaban y atacaban constantemente.

7. Las evidencias aquí publicadas nos dicen que la verdadera revolución social, tras la cual se produjo el expansionismo teotihuacano de la fase Xolalpan Temprano (c. 350-450 AD), pudo originarse mucho antes según los parámetros analizados, gestándose a lo largo del periodo anterior, es decir, durante la fase Tlamimilolpa Tardío (c. 250-350 AD).

8. La fase Miccaotli (c. 100-150 AD) no ha sido incluida en la presente investigación porque el tamaño de su muestra (N = 7) es muy reducido y presenta la peculiaridad de una elevadísima concentración de riqueza material, por lo cual debe ser analizada con sumo cuidado. No obstante, más adelante será objeto de un estudio aparte para conectar sus resultados con el resto de la serie temporal ahora examinada.

9. Los datos empíricos presentados en el presente estudio nos ayudan, de forma absolutamente objetiva, a entender qué ocurrió en Teotihuacan y cómo sucumbió este gran Estado prehispánico. Son evidencias materiales que cualquiera puede comprobar y reproducir. Así se hace la verdadera ciencia. Ahora que conocemos mejor las fluctuaciones de la economía teotihuacana, deberíamos contrastarlas con la Mesoamérica del Clásico Temprano para comprobar sus coincidencias y divergencias. Sin embargo, aunque Teotihuacan nos permite conocer lo que está ocurriendo a nivel local en periodos de un siglo, no podemos cotejarlo con el resto de Mesoamérica porque la cronología de esta región no es tan precisa y sigue la periodización tradicional, como ya se vio en la cuenca del río Balsas. Estamos hablando de periodos largos de varios siglos en este último caso, lo cual hace imposible el estudio comparativo. De todas formas, la cronología teotihuacana sigue basándose en lapsos amplios de un siglo y habría que afinarla todavía más, dejando la duración de los intervalos en un máximo de 50 años para poder observar, a menor escala temporal, el proceso local y regional de los acontecimientos relevantes que jalonan su historia, algo que sí es posible en otros contextos antiguos europeos o asiáticos.

10. *Conclusión final.* En síntesis, las evidencias aportadas por el presente estudio sobre el colapso de Teoti-

huacan prueban que *no fue una revolución social la causa de su final sino una invasión militar que destruyó su centro político. La revolución social se produjo mucho antes y originó la expansión militar teotihuacana por Mesoamérica.*

Reflexión final

Esta investigación fue acometida fundamentalmente en el año 2019. Se pensaba publicar en 2020, pero la incomprensible desidia y desinterés de algún investigador que vive de la arqueología teotihuacana motivó el retraso en dar a conocer los primeros resultados obtenidos. Así están las cosas. Hay actitudes difíciles de comprender en el seno de la comunidad científica internacional, como su cerrazón absoluta cuando surgen evidencias que echan por tierra sus paradigmas interpretativos. Dicen que el tiempo pone a cada cual en su sitio, pero no es así si quienes niegan lo evidente consiguen sepultar en el olvido las evidencias materiales que avalan la verdad más probable de los hechos que las generaron en el pasado. Por ello, es obligado difundirlas para que las futuras generaciones conozcan y juzguen esta escandalosa praxis académica actual, propia de una disciplina que niega, con este oscuro comportamiento, la posibilidad de ser científica algún día.

Agradecimientos

A la Dra. María Teresa Cabrero, investigadora del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por su constante apoyo e interés por mis investigaciones sobre la Mesoamérica prehispánica.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCHER VELASCO, J. N. 2012. *Prácticas funerarias y condiciones de vida en el barrio oaxaqueño de la ciudad prehispánica de Teotihuacan*. Tesis para optar por el título de Licenciado en Antropología Física. Ciudad de México: ENAH.
- BERAMENDI-OROSCO, L. E.; G. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ; J. URRUTIA-FUCUGAUCHI; L. R. MANZANILLA; A. M. SOLER-ARECHALDE; A. GOGUITCHASHVILI; N. JARBOE. 2009. High-resolution chronology for the Mesoamerican urban center of Teotihuacan derived from Bayesian statistics of radiocarbon and archaeological data. *Quaternary Research* 71, 2: 99-107.
- BRASWELL, G. E., ED. 2003. *The Maya and Teotihuacan: Reinterpreting Early Classic Interaction*. Austin: University of Texas Press.
- CHINCHILLA MAZARIEGOS, O. F. 2013. En busca del tiempo perdido: arqueología de la memoria en Cotzumalguapa. En *Millenary Maya Societies: Past Crises and Resilience*, eds. M. C. Arnauld y A. Breton, pp. 199-216. https://www.mesoweb.com/publications/MMS/13_Chinchilla.pdf.

- COWGILL, G. L. 1997. State and Society at Teotihuacan, Mexico. *Annual Review of Anthropology* 26: 129-161.
- COWGILL, G. L. 2003. Teotihuacan and Early Classic Interaction: A Perspective from Outside the Maya Region. En *The Maya and Teotihuacan: Reinterpreting Early Classic Interaction*, ed. G. E. Braswell, pp. 315-336.
- COWGILL, G. L. 2007. The urban organization of Teotihuacan, Mexico. En *Settlement and Society: Essays Dedicated to Robert McCormick Adams*, ed. E. C. Stone, pp. 261-295. Los Angeles/Chicago: Cotsen Institute of Archaeology, University of California/Oriental Institute, University of Chicago.
- COWGILL, G. L. 2015. *Ancient Teotihuacan: Early Urbanism in Central Mexico*. Nueva York: Cambridge University Press.
- DEMAREST, A.; F. FAHSEN. 2003. Nuevos datos e interpretaciones de los reinos occidentales del Clásico Tardío: hacia una visión sintética de la historia Pasión/Usumacinta. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala (2002)*, eds. J. P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía, pp. 160-176. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- DEMENOCAL, P. B. 2001. Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene. *Science* 292, 5517: 667-673.
- ELSON, C. M.; K. MOWBRAY. 2005. Burial Practices at Teotihuacan in the Early Postclassic Period. The Vaillant and Linné Excavations (1931-1932). *Ancient Mesoamerica* 16: 195-211.
- FLORES, J. C.; P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>. <https://n2t.net/ark:/49934/154>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474431>.
- GÓMEZ CHÁVEZ, S.; J. GAZZOLA. 2004. Una propuesta sobre el proceso, factores y condiciones del colapso de Teotihuacan. *Dimensión Antropológica* 31: 7-57.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 1996-97 [2000]. Fluctuaciones económicas y cambios sociales en la protohistoria ibérica. *Arx* 2-3: 107-138. <https://www.laiesken.net/arxjournal/pdf/izquierdo.pdf>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2009. Pozo Moro y los cambios socio-económicos de la protohistoria ibérica durante los siglos V y IV antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 2: 5-23. <http://purl.org/aia/021>. <https://n2t.net/ark:/49934/4>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1306831>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2012a. *Economic Archaeology of Grave Goods*. Advances in Archaeology 1. Graus. ISSN 2254-187X.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2012b. Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 16: 3-10. <http://purl.org/aia/161>. <https://n2t.net/ark:/49934/36>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311023>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <https://purl.org/aia/231>. <https://n2t.net/ark:/49934/49>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311863>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2015. El colapso del Clásico Tardío entre los mayas de Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice) según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 27: 12-32. <http://purl.org/aia/272>. <https://n2t.net/ark:/49934/58>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1312580>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>. <https://n2t.net/ark:/49934/82>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1315032>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2016b. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>. <https://n2t.net/ark:/49934/103>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1318373>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <http://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>. <https://n2t.net/ark:/49934/135>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>. <https://n2t.net/ark:/49934/146>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474191>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>. <https://n2t.net/ark:/49934/148>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>.

- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>. <https://n2t.net/ark:/49934/162>. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3475470>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <http://purl.org/aia/4011>. <https://n2t.net/ark:/49934/176>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3476925>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <http://purl.org/aia/4206>. <https://n2t.net/ark:/49934/188>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477625>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <http://purl.org/aia/4308>. <https://n2t.net/ark:/49934/196>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <http://purl.org/aia/4410>. <https://n2t.net/ark:/49934/206>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34. <http://purl.org/aia/4504>. <https://n2t.net/ark:/49934/210>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3733819>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101-104. <http://purl.org/aia/4510>. <https://n2t.net/ark:/49934/216>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3908114>.
- LÓPEZ LUJÁN, L.; L. FILLOY NADAL; B. W. FASH; W. L. FASH; P. HERNÁNDEZ. 2006. The Destruction of Images in Teotihuacan: Anthropomorphic Sculpture, Elite Cults, and the End of a Civilization. *Res: Anthropology and Aesthetics* 49-50: 12-39. Cambridge, MA.
- MANZANILLA, L. R. 2003. El proceso de abandono de Teotihuacan y su reocupación por grupos epiclásicos. *Trace* 43: 70-76.
- MANZANILLA, L. R. 2015. Cooperation and tensions in multiethnic corporate societies using Teotihuacan, Central Mexico, as a case study. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 30: 9210-9215. <https://doi.org/10.1073/pnas.1419881112>.
- MORAGAS SEGURA, N. 2005. Sobreviviendo al colapso: teotihuacanos y coyotlatelcos en Teotihuacan. *Revista Española de Antropología Americana* 35: 33-50.
- NICHOLS, D. L. 2016. Teotihuacan. *Journal of Archaeological Research* 24: 1-74.
- PARK, J.; R. BYRNE; H. BÖHNEL. 2019. Late Holocene Climate Change in Central Mexico and the Decline of Teotihuacan. *Annals of the American Association of Geographers* 109, 1: 104-120.
- RATTRAY, E. C. 1992. *The Teotihuacan Burials and Offerings: A Commentary and Inventory*. Publications in Anthropology 42. Nashville, Tennessee: Vanderbilt University.
- RATTRAY, E. C. 1997. *Entierros y ofrendas en Teotihuacan: excavaciones, inventario, patrones mortuorios*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- SEMPOWSKI, M. L.; M. W. SPENCE. 1994. *Mortuary Practices and Skeletal Remains at Teotihuacan*. University of Utah Press.
- STOREY, R. 1992. *Life and Death in the Ancient City of Teotihuacan: A Modern Paleodemographic Synthesis*. Tuscaloosa, Alabama: University of Alabama Press.
- TAINTER, J. A. 1988. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.

RESEARCH ARTICLE

SOBRE LA LEY DEL COLAPSO DE LAS CIVILIZACIONES SEGÚN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

On the Law of Collapse of Civilizations according to the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(✉ arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *La naturaleza nomotética de la «arqueología de los fenómenos sociales» está permitiendo formular nuevas leyes. La «ley del colapso de las civilizaciones» sostiene que las sociedades colapsan cuando la conflictividad interna y/o externa es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica.*

PALABRAS CLAVE. *Ley; colapso; civilizaciones; arqueología; fenómenos sociales.*

ABSTRACT. *The nomothetic nature of the “archaeology of social phenomena” makes it possible to formulate new laws. The “law of collapse of civilizations” holds that societies collapse when internal and/or external conflict is very high in a context of acute economic crisis.*

KEYWORDS. *Law; collapse; civilizations; archaeology; social phenomena.*

INTRODUCCIÓN

Algunos fenómenos sociales fundamentales que explican el comportamiento de las sociedades antiguas dejaron su huella material en el registro funerario.¹ Estos pueden ser detectados, aislados, observados y medidos mediante técnicas cuantitativas que nacieron a partir del *método de valoración contextual* de los ajuares mortuorios (1990) y se desarrollaron posteriormente al amparo de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía* (2014). Esta última constituye el campo de investigación más avanzado de la arqueolo-

gía actual, el cual está convirtiendo a esta disciplina social en una verdadera ciencia nomotética capaz de formular leyes generales confirmadas empíricamente.

En otras palabras, la observación cuantitativa del registro funerario permite inferir leyes cuando los parámetros que miden algunos fenómenos sociales manifiestan una regularidad permanente en todos los casos analizados. Esas leyes, plasmadas en sendas ecuaciones, explican y predicen fenómenos sociales del pasado y del mundo actual. Esto último evidencia la conexión del presente con el pasado a través de la arqueología como verdadera ciencia social.

Dichas leyes explican el comportamiento de las sociedades antiguas a lo largo del tiempo en función de una serie de parámetros —el estado de la economía indicado por la riqueza relativa (R), la desigualdad social (D), la conflictividad (C), la demografía de la población representada (P), el nivel de recursos disponibles

¹ «Los fenómenos sociales, a pesar de su complejidad, no dejan de estar sometidos a las leyes de la naturaleza. No son más que fenómenos naturales generados por el comportamiento humano en comunidad. Y pueden inferirse a partir del registro mortuario observando sus variaciones en función del tiempo mediante técnicas cuantitativas» (PIE 2019b: 68; 2020a: 29).

Recibido: 8-12-2021. Aceptado: 15-12-2021. Publicado: 22-12-2021.

(A), el índice de cambio cultural, el riesgo de colapso (K) y el de guerra (G), el grado de desarrollo cultural, el índice de estado de una sociedad, la reversibilidad del proceso social, la cohesión o la estabilidad de una sociedad— que miden los fenómenos sociales inferidos a partir del registro funerario (PIE 2012a, 2017a, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2021; Flores e Izquierdo-Egea 2018).

LA LEY DEL COLAPSO DE LAS SOCIEDADES

¿Cuándo colapsan las civilizaciones? Muchos han tratado de responder a esa crucial cuestión que tanto interés ha despertado siempre (v. g. Tainter 1988; Haug *et al.* 2003; López Luján *et al.* 2006; Yaeger y Hodell 2008; Butzer y Endfield 2012; Medina-Elizalde y Rohling 2012; entre muchos otros). Aquí se ofrece una respuesta estrictamente científica basada en evidencias empíricas.

Como la ley fundamental de la AFS sostiene que *los fenómenos sociales quedan registrados en los restos materiales de una sociedad* (PIE 2019b: 68), especialmente en los ajueres funerarios, el colapso de una civilización también podrá ser detectado y medido a partir de esa información material. Esto ha sido demostrado empíricamente, de forma irrefutable, en casos tan dispares como la Iberia protohistórica o la Mesoamérica prehispánica (Teotihuacan y la cuenca del río Balsas, México).

Las ecuaciones del colapso

La ecuación fundamental del colapso, la única hasta ahora publicada (PIE 2018b) que mide este parámetro social, nos dice que el riesgo de colapso (K) es directamente proporcional a la variación temporal de la conflictividad social ($iC = C/C_0$) e inversamente proporcional al estado o fluctuación de la economía, indicado por la variación temporal de la riqueza relativa ($iR = R/R_0$), respecto al momento anterior al considerado:

$$K = \frac{iC}{iR} \quad (1)$$

Esta simple ecuación expresa el enunciado general de la ley del colapso de las civilizaciones: *las sociedades colapsan cuando la conflictividad social es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica.*

Es decir, $(\Delta C \gg 0) + (\Delta R \ll 0) \rightarrow (\Delta K \gg 0)$. Se trata de la ecuación que mejor refleja todos los casos estudiados hasta ahora.

Sin embargo, al abordar el colapso teotihuacano (PIE 2021) observamos que la conflictividad interna (iC) apenas crece, mientras que la externa, es decir, el riesgo de guerra (G), sí aumenta de forma extraordinaria y tanto la población ($iP = P/P_0$) como los recursos ($iA = A/A_0$) disminuyen considerablemente. Todo esto obliga a matizar la primera ecuación con el propósito de encontrar una expresión que describa debidamente el colapso teotihuacano. De hecho, se puede ajustar con mayor precisión creando otro índice que mida el riesgo de colapso (K_a) multiplicando K por G (iC/iA):

$$K_a = K \cdot G \quad (2)$$

Combinando (1) y (2), obtenemos:

$$K_a = \frac{iC \cdot G}{iR} \quad (3)$$

Esta ecuación retrata mejor el colapso teotihuacano, sin embargo, falta incluir otros dos parámetros para describir todos los involucrados: los recursos (iA) y la población (iP). Esto se consigue creando un nuevo índice que mida el riesgo de colapso (K_b) de forma más aproximada y sea directamente proporcional a la conflictividad social (iC) y el riesgo de guerra (G) e inversamente proporcional a la riqueza relativa (iR), los recursos disponibles (iA) y la población representada (iP):

$$K_b = \frac{iC \cdot G}{iR \cdot iA \cdot iP} \quad (4)$$

Esta última ecuación describe perfectamente el colapso teotihuacano de la fase Metepec (c. 550-650 AD), tanto a nivel teórico como empírico. Lo mismo ocurre con la cuenca del río Balsas en el Clásico Tardío (PIE 2018b, 2018c).

Combinando $iC = iD/iR$ e $iC = iP/iA$ con $K = iC/iR$, obtenemos una nueva ecuación simple del colapso, inédita hasta ahora, donde $iD = D/D_0$:

$$K = \frac{iD}{iR^2} \quad (5)$$

Esta última permite enunciar la ley general del colapso en otros términos: *las sociedades colapsan cuando la desigualdad social (iD) es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica (iR).*

Podemos relacionar K_b con K_a sustituyendo la expresión (3) en la (4):

$$K_b = \frac{K_a}{iA \cdot iP} \quad (6)$$

También es posible vincular K_b con K reemplazando la expresión (1) en la (4) o la (2) en la (6):

$$K_b = \frac{K \cdot G}{iA \cdot iP} \quad (7)$$

Finalmente, sustituyendo la expresión (5) en la (7), obtenemos:

$$K_b = \frac{iD \cdot G}{iR^2 \cdot iA \cdot iP} \quad (8)$$

La ecuación (4) integra cinco parámetros y es la más aproximada a la hora de describir el colapso teotihuacano. Después abordaremos los distintos modelos empíricos analizados en función de la tendencia seguida por dichas variables, siendo el descrito por la referida expresión matemática el principal de todos ellos.

Es preciso remarcar que la teoría no se corresponde con la realidad emanada del registro material. Es decir, *a priori* podríamos esperar que las sociedades colapsen ($\Delta K \gg 0$) cuando la población es muy elevada ($\Delta P \gg 0$) en un contexto de aguda crisis económica ($\Delta R \ll 0$) y gran escasez de recursos ($\Delta A \ll 0$).

En otras palabras, las sociedades podrían colapsar cuando la población ha crecido en demasía y los recursos disponibles para sostenerla han menguado notoriamente en plena depresión económica, o sea, ($\Delta P \gg 0$) + ($\Delta A \ll 0$) + ($\Delta R \ll 0$) \rightarrow ($\Delta K \gg 0$):

$$K = \frac{iP}{iR \cdot iA} \quad (9)$$

Esta ecuación se deduce combinando las expresiones $K = iC/iR$ e $iC = iP/iA$. Sin embargo, en la práctica, es decir, en el registro arqueológico, esta ecuación de apariencia tan lógica a nivel teórico apenas se cumple. De hecho, solo se da en uno de los casos analizados: la fase de depresión o colapso en Los Villares (Albacete, España), como veremos más adelante.

Otra ecuación más compleja basada en la anterior, obtenida multiplicando las expresiones (9) y (1), resulta ser, a nivel meramente teórico, la más eficiente a la hora de medir y predecir con mayor precisión el riesgo de colapso incluyendo cuatro parámetros fundamentales:

$$K^2 = \frac{iP \cdot iC}{iR^2 \cdot iA} \quad (10)$$

Esta nueva expresión nos dice que las sociedades pueden colapsar ($\Delta K \gg 0$) cuando la población ($\Delta P \gg 0$) y

la conflictividad ($\Delta C \gg 0$) son muy elevadas en un contexto de aguda crisis económica ($\Delta R \ll 0$) y gran escasez de recursos ($\Delta A \ll 0$). Es decir, ($\Delta P \gg 0$) + ($\Delta C \gg 0$) + ($\Delta R \ll 0$) + ($\Delta A \ll 0$) \rightarrow ($\Delta K \gg 0$).

MODELOS EMPÍRICOS

Se han estudiado, siguiendo un enfoque intercultural, numerosos ejemplos empíricos basados en registros funerarios antiguos de diferentes civilizaciones, donde se constata el incremento temporal de cinco parámetros por orden lógico mediante una notación específica:² recursos disponibles (ΔA), población representada (ΔP), riqueza relativa que mide el estado de la economía (ΔR), conflictividad social (ΔC) y riesgo de guerra (ΔG). Todos estos factores permiten establecer la tendencia de la variable dependiente K (riesgo de colapso).

Observando la génesis del colapso ($\Delta K \gg 0$) en función de las tendencias de dichos parámetros, se aíslan diferentes *modelos de colapso* que siguen un patrón determinado.

Modelo general o teotihuacano

Corresponde a la fase Metepec de Teotihuacan (c. 550-650 AD), en el transcurso de la cual acontece el colapso de esta civilización de la Mesoamérica prehispánica (cf. PIE 2021). Lo siguen 8 de los 13 casos estudiados:

$$(\Delta A < 0) + (\Delta P < 0) + [(\Delta R < 0) + (\Delta C > 0) + (\Delta G > 0)]$$

Estas tendencias están perfectamente reflejadas (*vide supra*) en la ecuación (4). Según este modelo, la ley del colapso se enunciaría así: *las sociedades colapsan cuando la conflictividad interna y externa (guerra) es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica, gran escasez de recursos y notoria disminución de la población.*

Es decir, *sensu stricto*, el descenso tanto de los recursos (iA) como de la población (iP) y la economía (iR), unido al aumento de la conflictividad (iC) y la guerra (G), muestran cómo se produce el colapso de la civilización teotihuacana. Este es el modelo más repetido y, por tanto, el más generalizado.

² Se enmarcan entre corchetes las variaciones comunes, expresadas en incrementos, de los tres parámetros sociales que definen la ley general del colapso de las civilizaciones según todos los casos estudiados hasta ahora. También se indican en negrita las variables discordantes.

Lo encontramos en Monte Albán (México) durante el Clásico Tardío, Mailhac en Francia (c. 525-500 AC), Corinto en Grecia (c. 450-400 AC); o bien, en la Iberia del siglo V antes de nuestra era, en la Ampurias griega y el Bajo Ebro (c. 450-400 AC) y Cabezo Lucero (c. 450-425 AC), correspondiendo al marco cronológico de la crisis y colapso de la civilización ibérica antigua.

También, salvando la distancia espacial y temporal, se localiza dicho modelo en la sociedad argárica de la Edad del Bronce (sureste de la península ibérica) en su fase de colapso —representada por los asentamientos de Gatas (Almería), Lorca (Murcia) y Cuesta del Negro (Granada)— (cf. PIE 2012a, 2012b, 2015, 2016b, 2016c, 2017b).

Por su parte, la cuenca del río Balsas mantiene constante la población representada ($\Delta P = 0$) durante el Clásico Tardío y solo difiere en la tendencia de este parámetro respecto a Teotihuacan (cf. PIE 2016a, 2021), lo cual no es óbice para incluirla en el modelo general:

$$(\Delta A < 0) + (\Delta P = 0) + [(\Delta R < 0) + (\Delta C > 0) + (\Delta G > 0)]$$

Modelo Los Villares I

Sigue la ley general del colapso pero diverge del modelo teotihuacano en que la población representada crece ($\Delta P > 0$), no disminuye. La ecuación (10), aunque no incluye el índice G, es la que mejor refleja la tendencia de los restantes parámetros. Está representado por la necrópolis ibérica de Los Villares (Albacete, España) en su fase de depresión o colapso (c. 425-400 AC) (cf. PIE 2015):

$$(\Delta A < 0) + (\Delta P > 0) + [(\Delta R < 0) + (\Delta C > 0) + (\Delta G > 0)]$$

Modelo Los Villares II

Corresponde a la necrópolis anterior en su fase de recesión (c. 450-425 AC) (cf. PIE 2015):

$$(\Delta A < 0) + (\Delta P < 0) + [(\Delta R < 0) + (\Delta C < 0) + (\Delta G > 0)]$$

Es la única excepción a la regla general. Aparentemente, podría tratarse de un resultado anómalo, aunque como corresponde a la fase inicial de la crisis, es decir, a la de recesión, y no a la de depresión que desemboca en el colapso de la civilización ibérica antigua, su interpretación parece totalmente válida. Los Villares II seguiría el modelo de Teotihuacan si no fuera porque en esa necrópolis ibérica disminuye ligeramente la con-

flictividad social ($\Delta C < 0$) durante dicho periodo (c. 450-425 AC).

Modelo Cabezo Lucero-Gil de Olid

Por último, otros dos registros funerarios, los de Cabezo Lucero en Alicante y Gil de Olid en Jaén, España, ofrecen un modelo distinto para el momento más crítico de la civilización ibérica antigua, o sea, su depresión o colapso (c. 425-400 AC). Aunque los parámetros fundamentales que definen la ley general del colapso siguen la misma tendencia y, por tanto, cumplen escrupulosamente su enunciado, ocurre todo lo contrario con los recursos disponibles ($\Delta A > 0$) y la población representada ($\Delta P > 0$):

$$(\Delta A > 0) + (\Delta P > 0) + [(\Delta R < 0) + (\Delta C > 0) + (\Delta G > 0)]$$

LA LEY GENERAL DEL COLAPSO DE LAS CIVILIZACIONES

Todos los modelos empíricos que agrupan los casos analizados cumplen la ley general del colapso de las civilizaciones: *las sociedades colapsan cuando la conflictividad interna y/o externa es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica*.³ La escasez de recursos y la superpoblación agravarían tales circunstancias y, por tanto, acelerarían el colapso de la sociedad.

Aunque resulte paradójico, el notorio descenso de la población observado en los registros materiales del modelo general debe ser interpretado como una consecuencia del propio colapso, cuyas causas principales se han descrito más arriba. Es decir, el exceso demográfico, que contribuyó al colapso de una determinada civilización como una de sus causas, desaparece en su ocaso final, por eso el registro material refleja como efecto una disminución poblacional.

Finalmente, el enunciado de la ley del colapso aplicada al modelo general quedaría así: *las sociedades colapsan cuando la conflictividad interna y/o externa es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica y gran escasez de recursos*.⁴ Está bien descrita (*vide supra*) por la ecuación (4), la cual es más precisa que la (1) al incorporar el parámetro G de la guerra (conflictividad externa), además de los recursos (iA).

³ El enunciado de la ley general del colapso debe cumplirse en todos los casos, no puede haber excepciones a la regla.

⁴ Se omite la población porque es causa y efecto a la vez, pues resultaría confusa en un enunciado que debe ser claro y preciso.

CONCLUSIONES

1. Todos los registros funerarios analizados tienen en común una misma tendencia de los tres parámetros que definen la ley general del colapso de las civilizaciones: el estado de la economía indicado por la riqueza relativa, la conflictividad interna y la externa. Además, se ha aislado un modelo empírico general, ampliamente mayoritario, que obliga a precisar la ley general incluyendo otros parámetros fundamentales: los recursos disponibles y la población representada.

2. La ley general del colapso de las civilizaciones constituye el punto final de una ansiada «teoría del desarrollo de las sociedades» amparada en la ley fundamental de la «arqueología de los fenómenos sociales». Su enunciado general sostiene que *las sociedades colapsan cuando la conflictividad interna y/o externa es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica*. La escasez de recursos y la superpoblación o exceso demográfico agravarían tales circunstancias y, por tanto, acelerarían el colapso de la sociedad.

3. ¿Cómo evitar el colapso de las civilizaciones contemporáneas? Resulta evidente la utilidad de esta ley mediante su aplicación al mundo actual. Las sociedades humanas pueden evitar su colapso mientras mantengan un nivel bajo de conflictividad —puesto que su complejidad inherente implica la imposible eliminación de la misma, tal como ya se dijo anteriormente (cf. PIE

2020a: 32)—, tanto interna como externa, en momentos críticos como las depresiones económicas, procurando igualmente que no falten los recursos necesarios. Por tanto, *el estado ideal para evitar el colapso sería el de una sociedad con abundantes recursos, próspera economía y baja conflictividad*.

4. Naturalmente, en relación a lo anterior, como la conflictividad interna ($C = D/R$) es directamente proporcional a *la desigualdad social* (D), esta última *deberá ser lo más reducida posible* para que aquella sea baja. Abundando sobre esa cuestión, sabemos que el riesgo de colapso es directamente proporcional a la desigualdad social —ver ecuación (5)— y depende indirectamente del estado de la economía.

Reflexión final

Esta nueva ley pasa a formar parte de los *principios cuantitativos de la arqueología de los fenómenos sociales o arqueonomía*. ¿Hasta cuándo la arqueología seguirá siendo *arqueografía* (ideográfica) en vez de *arqueonomía* (nomotética)? La segunda pretende ser una ciencia pura, no una ciencia «blanda» o «dura», aunque sea social y no natural. ¿Habrá que separar ambas o se unificarán, convirtiendo así a la arqueología en una verdadera ciencia nomotética capaz de predecir a partir de los fenómenos registrados en los restos materiales de las sociedades del pasado?

BIBLIOGRAFÍA

- BUTZER, K. W.; G. H. ENDFIELD. 2012. Critical perspectives on historical collapse. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 10: 3628-3631. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114772109>.
- FLORES, J. C.; P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <http://purl.org/aia/3806>. <https://n2t.net/ark:/49934/154>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474431>.
- HAUG, G. H.; D. GÜNTHER; L. C. PETERSON; D. M. SIGMAN; K. A. HUGHEN; B. AESCHLIMANN. 2003. Climate and the Collapse of Maya Civilization. *Science* 299, 5613: 1731-1735.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2012a. *Economic Archaeology of Grave Goods*. Advances in Archaeology 1. Graus. ISSN 2254-187X.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2012b. Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 16: 3-10. <http://purl.org/aia/161>. <https://n2t.net/ark:/49934/36>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311023>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2015. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>. <https://n2t.net/ark:/49934/54>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1311918>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>. <https://n2t.net/ark:/49934/82>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1315032>.

- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <http://purl.org/aia/309>. <https://n2t.net/ark:/49934/91>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1317031>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <http://purl.org/aia/327>. <https://n2t.net/ark:/49934/103>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1318373>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. ISSN 2254-187X. <http://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <http://purl.org/aia/3612>. <https://n2t.net/ark:/49934/135>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <http://purl.org/aia/S203>. <https://n2t.net/ark:/49934/146>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474191>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <http://purl.org/aia/S205>. <https://n2t.net/ark:/49934/148>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <http://purl.org/aia/3907>. <https://n2t.net/ark:/49934/162>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3475470>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <http://purl.org/aia/4011>. <https://n2t.net/ark:/49934/176>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3476925>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <http://purl.org/aia/4206>. <https://n2t.net/ark:/49934/188>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477625>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <http://purl.org/aia/4308>. <https://n2t.net/ark:/49934/196>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <http://purl.org/aia/4410>. <https://n2t.net/ark:/49934/206>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34. <http://purl.org/aia/4504>. <https://n2t.net/ark:/49934/210>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3733819>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101-104. <http://purl.org/aia/4510>. <https://n2t.net/ark:/49934/216>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3908114>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021. Teotihuacan y las fluctuaciones de la economía mesoamericana. *Arqueología Iberoamericana* 47: 161-174. <http://purl.org/aia/4717>. <https://n2t.net/ark:/49934/250>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4926333>.
- LÓPEZ LUJÁN, L.; L. FILLOY NADAL; B. W. FASH; W. L. FASH; P. HERNÁNDEZ. 2006. The Destruction of Images in Teotihuacan: Anthropomorphic Sculpture, Elite Cults, and the End of a Civilization. *Res: Anthropology and Aesthetics* 49-50: 12-39. Cambridge, MA.
- MEDINA-ELIZALDE, M.; E. J. ROHLING. 2012. Collapse of Classic Maya Civilization Related to Modest Reduction in Precipitation. *Science* 335, 6071: 956-959.
- TAINTER, J. A. 1988. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- YAEGER, J.; D. A. HODELL. 2008. The Collapse of Maya Civilization: Assessing the Interaction of Culture, Climate, and Environment. En *El Niño, Catastrophism, and Culture Change in Ancient America*, eds. D. H. Sandweiss y J. Quilter, pp. 187-242. Washington, D. C.: Dumbarton Oaks Research Library and Collection.

RESEARCH ADVANCE

LA LEY DE LA DESIGUALDAD SOCIAL SEGÚN LA ARQUEOLOGÍA DE LOS FENÓMENOS SOCIALES

The Law of Social Inequality according to the Archaeology of Social Phenomena

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(✉ arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *La arqueología nomotética, nacida de la «arqueología de los fenómenos sociales», sigue formulando nuevas leyes. La «ley unificada de la desigualdad social» sostiene que una sociedad humana será menos desigual o más igualitaria cuanto más pequeña y pobre sea, más recursos posea y menos conflictividad soporte. A la inversa, una sociedad humana será más desigual o menos igualitaria cuanto más grande y rica sea, menos recursos posea y más conflictividad soporte.*

PALABRAS CLAVE. *Ley; desigualdad social; arqueología; fenómenos sociales.*

ABSTRACT. *Nomothetic archaeology, which developed from the “archaeology of social phenomena”, continues to formulate new laws. The “unified law of social inequality” holds that a human society will be less unequal or more egalitarian the smaller and poorer it is, the more resources it has, and the less conflict it supports. Conversely, a human society will be more unequal or less egalitarian the larger and richer it is, the fewer resources it has, and the more conflict it endures.*

KEYWORDS. *Law; social inequality; archaeology; social phenomena.*

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos sociales que explican el comportamiento de las sociedades antiguas quedaron codificados en su registro funerario. Esta observación empírica constituye una evidencia demostrada desde 1990 mediante el *método de valoración contextual* de los ajueres mortuorios, sin que nadie haya podido refutarla jamás desde entonces. Por ello constituye la ley fundamental de la *arqueología de los fenómenos sociales* (AFS) o *arqueonomía* (PIE 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2021a, 2021b; Flores e Izquierdo-Egea 2018).

Este nuevo campo de investigación es el más avanzado de la arqueología actual a nivel teórico y está convirtiendo a esta disciplina social en una verdadera ciencia nomotética.

La desigualdad social es uno de los principales fenómenos sociales que podemos medir a partir del registro funerario. La observación cuantitativa del registro funerario también permite inferir leyes cuando los parámetros que miden dichos fenómenos sociales expresan una regularidad constante en todos los casos analizados.

Hasta ahora habían sido publicadas otras leyes: la ley fundamental de la *arqueología de los fenómenos sociales* (2019) que articula todas las demás y otorga plena validez epistemológica a la AFS, la ley de la conflictividad social (2020) o la ley del colapso de las civilizaciones (2021). En el presente estudio se formula la ley unificada de la desigualdad social resultante de la fusión de dos leyes más específicas. Más adelante se abordarán otras no menos importantes basadas en parámetros tales como la riqueza, los recursos y la población.

Recibido: 1-6-2022. Aceptado: 8-6-2022. Publicado: 15-6-2022.

LAS LEYES DE LA DESIGUALDAD SOCIAL

La primera ley de la desigualdad social nace de la primera ecuación destinada a medir la conflictividad social (cf. PIE 2015): $C = D/R$. Esta expresaba la *ley de la conflictividad social*: «las sociedades desiguales y pobres son conflictivas» (PIE 2020a: 32). En otras palabras, *cuanto más desigual y pobre sea una sociedad, más conflictiva será*. Por tanto, la desigualdad deberá ser lo más baja posible para que la conflictividad se reduzca al máximo. Despejando D, obtenemos:

$$D = R \times C \quad (1)$$

Es decir, la desigualdad social (D) es directamente proporcional a la riqueza relativa (R) —indicadora del estado de la economía— y a la conflictividad social (C).

En consecuencia, el enunciado de la primera ley de la desigualdad social se puede expresar de la siguiente manera: *cuanto más pobre y menos conflictiva sea una sociedad, menos desigual o más igualitaria será*. A la inversa, *cuanto más rica y conflictiva sea una sociedad, más desigual o menos igualitaria será*.

Por otro lado, retomando otra expresión publicada anteriormente (cf. PIE 2015: 13-14), observamos la relación directa de la desigualdad social (D) con la riqueza absoluta (R_a), así como su proporción inversa con los recursos disponibles (A): $D = R_a/A$. Sin embargo, podemos deducir otra ecuación más completa donde tres parámetros fundamentales definen la desigualdad social (D): la población representada (P), la riqueza relativa (R) y los recursos disponibles (A). Para lograrlo, a sabiendas de que $R = R_a/P$, combinamos $C = D/R$ y $C = P/A$ y despejamos D:

$$D = \frac{P \times R}{A} \quad (2)$$

Esta simple ecuación, que ya fue propuesta antes (cf. PIE 2015: 14), resulta sumamente reveladora y es más precisa a nivel teórico.¹ Además, expresa el enunciado de la segunda ley de la desigualdad: *cuanto más peque-*

¹ Estas ecuaciones son meramente teóricas y, aunque deben ser contrastadas empíricamente con todos los casos conocidos, no dejan de ser universales. Tan solo podemos observar que alguna de las variables no sigue la tendencia esperada si bien es compensada por las demás, de forma que esa excepción no impide que se cumpla el enunciado de la ley. De todas formas, abordar caso por caso merece otro estudio aparte que excedería sobremanera la extensión del presente avance de investigación.

ña y pobre sea una sociedad y más recursos posea, menos desigual o más igualitaria será. Por el contrario, *cuanto más grande y rica sea una sociedad y menos recursos posea, más desigual o menos igualitaria será*.

La ecuación de esta segunda ley de la desigualdad social ya fue empleada anteriormente para describir las formas más simples de complejidad social, como las bandas de cazadores-recolectores (PIE 2015: 14). Ahora bien, su enunciado inverso es perfectamente aplicable a las sociedades más «evolucionadas» de nuestros días.²

La ley unificada de la desigualdad social

Podemos fundir ambas leyes en una sola. En síntesis, *cuanto más pequeña y pobre sea, más recursos posea y menos conflictividad soporte una sociedad, menos desigual o más igualitaria será*. Por el contrario, *cuanto más grande y rica sea, menos recursos tenga y más conflictividad soporte una sociedad, más desigual o menos igualitaria será*.

Otra manera de expresarla: *una sociedad humana será menos desigual o más igualitaria cuanto más pequeña y pobre sea, más recursos posea y menos conflictividad soporte*. A la inversa, *una sociedad humana será más desigual o menos igualitaria cuanto más grande y rica sea, menos recursos posea y más conflictividad soporte*.

Esto se puede expresar a través de una nueva ecuación correspondiente a otra variable (D_a) que mida la desigualdad de forma más completa, incorporando la conflictividad en el numerador si seguimos la lógica de la primera ley:

$$D_a = \frac{P \cdot R \cdot C}{A} \quad (3)$$

DESIGUALDAD SOCIAL Y RIESGO DE COLAPSO

La desigualdad social también está relacionada con el riesgo de colapso de una civilización:

$$K = \frac{iD}{iR^2} \quad (4)$$

² En términos de acumulación de riqueza, una sociedad pequeña puede ser igualitaria (y «feliz») si dispone de todos los recursos precisos para subsistir, entendiendo la «felicidad» por disponer de todo lo necesario. En este caso, igualitarismo y justicia social caminan de la mano a través de una redistribución equitativa o simétrica de la actividad económica comunitaria.

Es decir, el riesgo de colapso es directamente proporcional a la desigualdad social (iD) y depende indirectamente del estado de la economía (iR). Esa ecuación permitía enunciar la ley general del colapso en otros términos: *las sociedades pueden colapsar cuando la desigualdad social es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica* (PIE 2021b: 104).

La ecuación precedente (4) se obtiene combinando $C = D/R$ y $K = iC/iR$. Como $iC = iD/iR$, entonces:

$$K \times iR = iC \longrightarrow K \times iR = iD/iR \longrightarrow K = iD/iR^2$$

Despejando iD , tenemos que:

$$iD = iR^2 \cdot K \quad (5)$$

Por tanto, *cuanto más rica sea y mayor riesgo de colapso soporte una sociedad, mayor será la desigualdad entre sus miembros*. A la inversa, *cuanto más pobre sea y menor riesgo de colapso soporte una sociedad, menor será la desigualdad entre sus integrantes*.

DESIGUALDAD SOCIAL Y TERMODINÁMICA

La ecuación de la energía libre aplicada a los procesos sociales ($E = \Delta D - R \times \Delta C$) observables a través del registro funerario (cf. PIE 2019c: 81) permite vincular la termodinámica con la desigualdad:

$$\Delta D = E + R \times \Delta C \quad (6)$$

Esta ecuación nos dice que la desigualdad depende directamente de la reversibilidad del proceso social (E), el estado de la economía (R) y la conflictividad (C) para el momento considerado. Es decir, ya vimos que D era directamente proporcional a R y C en la ecuación más elemental (1), ahora la novedad radica en la adición del parámetro E a la misma. En todo caso, *cuanto más pobre sea una sociedad y menor conflictividad y reversibilidad soporte,³ menos desigual o más igualitaria será*. Por el contrario, *cuanto más rica sea una sociedad y mayor conflictividad y reversibilidad soporte, más desigual o menos igualitaria será*.

³ Una menor gestión política (toma de decisiones) de la economía viene indicada por una menor reversibilidad o mayor irreversibilidad (cuando el valor del parámetro E es negativo) del proceso social (cf. v. g. PIE 2019c: 84, 85).

CONCLUSIONES

1. Según la primera ley de la desigualdad, *cuanto más pobre y menos conflictiva sea una sociedad, menos desigual o más igualitaria será*. A la inversa, *cuanto más rica y conflictiva sea una sociedad, más desigual o menos igualitaria será*.

2. Según la segunda ley de la desigualdad, *cuanto más pequeña y pobre sea una sociedad y más recursos posea, menos desigual o más igualitaria será*. Por el contrario, *cuanto más grande y rica sea una sociedad y menos recursos posea, más desigual o menos igualitaria será*.

3. En síntesis, fundiendo ambas leyes, *cuanto más pequeña y pobre sea, más recursos posea y menos conflictividad soporte una sociedad, menos desigual o más igualitaria será*. Por el contrario, *cuanto más grande y rica sea, menos recursos tenga y más conflictividad soporte una sociedad, más desigual o menos igualitaria será*. Se puede expresar de otra manera: *una sociedad humana será menos desigual o más igualitaria cuanto más pequeña y pobre sea, más recursos posea y menos conflictividad soporte*. A la inversa, *una sociedad humana será más desigual o menos igualitaria cuanto más grande y rica sea, menos recursos posea y más conflictividad soporte*.

4. *Las sociedades pueden colapsar cuando la desigualdad social es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica*. Por tanto, *cuanto más rica sea y mayor riesgo de colapso soporte una sociedad, mayor será la desigualdad entre sus miembros*. A la inversa, *cuanto más pobre sea y menor riesgo de colapso soporte una sociedad, menor será la desigualdad entre sus integrantes*.

5. *Cuanto más pobre sea una sociedad y menor conflictividad y reversibilidad soporte, menos desigual o más igualitaria será*. Por el contrario, *cuanto más rica sea una sociedad y mayor conflictividad y reversibilidad soporte, más desigual o menos igualitaria será*.

Reflexión final

Estas nuevas leyes pasan a integrar los *principios cuantitativos de la arqueología de los fenómenos sociales*, donde la arqueología deja de ser «arqueografía» para convertirse en «arqueonomía».

¿A qué espera la comunidad científica para reconocer los méritos científicos de la *arqueología de los fenómenos sociales*? ¿No se da cuenta de que está haciendo el ridículo negando lo evidente? ¿Acaso la mentalidad de la ciencia oficial no sigue estando tan atrasada como en la Edad Media en lo que respecta a este avanzado campo de investigación?

BIBLIOGRAFÍA

- FLORES, J. C.; P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <<http://purl.org/aia/3806>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/154>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3474431>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2015. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <<http://purl.org/aia/251>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/54>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1311918>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <<http://purl.org/aa/03>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <<http://purl.org/aia/3612>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/135>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <<http://purl.org/aia/S203>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/146>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3474191>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <<http://purl.org/aia/S205>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/148>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <<http://purl.org/aia/3907>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/162>>. <<http://doi.org/10.5281/zenodo.3475470>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <<http://purl.org/aia/4011>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/176>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3476925>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <<http://purl.org/aia/4206>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/188>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3477625>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <<http://purl.org/aia/4308>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/196>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <<http://purl.org/aia/4410>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/206>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34. <<http://purl.org/aia/4504>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/210>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3733819>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101-104. <<http://purl.org/aia/4510>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/216>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3908114>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021a. Teotihuacan y las fluctuaciones de la economía mesoamericana. *Arqueología Iberoamericana* 47: 161-174. <<http://purl.org/aia/4717>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/250>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.4926333>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021b. Sobre la ley del colapso de las civilizaciones según la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 48: 103-108. <<http://purl.org/aia/4808>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/258>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.5792553>>.

EDITORIAL

¿POR QUÉ ESPAÑA NO GANA NINGÚN PREMIO NOBEL CIENTÍFICO?

Why Will Spain Never Win a Nobel Prize in Science?

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(✉ arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *España no recibirá nunca un premio Nobel científico porque no será respetada ni dentro ni fuera de sus fronteras mientras siga separada y enfrentada y fomente a nivel académico la mediocridad, la endogamia y el corporativismo en vez de apoyar a los mejores investigadores. Solo estos últimos son capaces de lograr grandes descubrimientos y alcanzar destacados avances científicos que beneficiarían a todos los demás y harían que España fuera respetada en el exterior recibiendo un trato justo. Únicamente así podrá conseguir algún día ese ansiado premio Nobel científico.*

PALABRAS CLAVE. *España; Premio Nobel; científico; ciencia.*

ABSTRACT. *Spain will never receive a scientific Nobel Prize while it encourages mediocrity, inbreeding and corporatism at the academic level instead of supporting the best researchers. Only the latter are capable of making great discoveries and achieving outstanding scientific advances. Supporting them would benefit everyone and would make Spain respected abroad. Only in this way will it be able to achieve one day that coveted scientific Nobel Prize.*

KEYWORDS. *Spain; Nobel Prize; science.*

Divididos y enfrentados. Así estamos debido, en buena medida, a la corrupción de la política y de una vida pública dominada por la oligarquía y el caciquismo. Esa es la razón principal de que España no se haga respetar y, por tanto, no sea respetada ni dentro ni fuera de sus fronteras. Esa cruda realidad que domina nuestra política interior y exterior impide que se valoren en su justa medida los logros científicos de algunos investigadores españoles. Demasiada burocracia y corporativismo han anquilosado la ciencia oficial que se hace en España.

Debería primarse el apoyo a quienes destacan por sus méritos, es decir, por los descubrimientos y avances relevantes logrados, y no subvencionar una mediocridad asfixiante que impide nuestro despegue como potencia científica. Hay mucho talento, pero está mal aprovechado porque se fomenta, con loables excepcio-

nes, la endogamia y el amiguismo o el nepotismo en un entorno «feudal» con «derecho de pernada», lo cual acaba destruyendo el futuro de muchos prometedores investigadores que no cuentan con buenos padrinos. Esos huérfanos que podrían levantar la ciencia española hasta lo más alto son abandonados a su suerte y la envidia de los mediocres acaba devorándolos.

Esta decadente España dividida y enfrentada, dominada por la mediocridad, jamás será respetada fuera de sus fronteras y nunca ganará un premio Nobel científico, ya sea de Física, Química, Medicina y Fisiología o Economía por los motivos expuestos. Mientras no se cambie esta lamentable situación —y parece que nadie con poder político tiene intención de hacerlo— seguiremos así de mal. Por tanto, a esos tantísimos investigadores que han sucumbido a la dictadura del inglés

Recibido: 17-6-2022. Aceptado: 21-6-2022. Publicado: 1-7-2022.

como lengua franca científica internacional, os digo que no os van a dar ningún premio Nobel por publicar en esa lengua. No lo harán porque no se os respeta. Os leerán, os citarán, utilizarán vuestros logros, pero nunca os concederán un premio Nobel científico porque España no es respetada ni se hace respetar.

Recordad el caso reciente más evidente: la concesión del Premio Nobel de Química 2020 a las doctoras Charpentier y Doudna por desarrollar un método para la edición genómica creado por un investigador español, Francisco Juan Martínez Mojica (Lacadena 2020), que no fue galardonado con el mismo, algo inconcebible si no fuese porque se nos sigue ninguneando internacionalmente. Mientras tanto, aquí continuamos tomando como bueno todo lo que viene de fuera e ignorando los hitos propios a no ser que vengan apadrinados por algún personaje influyente y poderoso. Así nos va con esta mentalidad tan atrasada.

Lo lógico y justo hubiese sido haber concedido igualmente dicho premio Nobel a ese investigador español, pero no lo hicieron porque la España científica no es respetada en el exterior y la prueba evidente de ello radica en no recibir el mismo trato que otros países de mayor o menor entidad. Esto se llama injusticia y maltrato, sí, pero somos nosotros los culpables por no hacernos respetar. Y para lograr esto último debemos poner orden en nuestra propia casa, respetándonos nosotros mismos en vez de arrojarlos continuamente los trastos a la cabeza por culpa, en gran medida, de ese gran vicio nacional que todos conocemos bien: la malsana envidia.

Contamos con centros de investigación tan enormes como el CSIC (*Consejo Superior de Investigaciones Científicas*), además de muchos otros de menor tamaño, y toda una pléyade de funcionarios dedicados exclusivamente a investigar. A propósito de lo cual, sigue resultando incomprensible que el CNRS (*Centre national de la recherche scientifique*) francés haya conseguido 23 premios Nobel (CNRS 2022) mientras el CSIC español todavía mantiene su cuenta a cero, como ya se denunció tiempo atrás (PIE 2015). Esto es otro contundente argumento a favor de la tesis de la ausencia de respeto internacional para la ciencia española, al menos a la hora de valorar sus logros en su justa medida, pues disponemos de medios materiales y humanos para conseguir un premio Nobel científico, pero lo impide el problema de fondo que se está explicitando.

España nunca ha logrado un Premio Nobel de Física o Química, ni siquiera de Economía. Además, el de Medicina obtenido por Santiago Ramón y Cajal lo fue

en fecha tan lejana como 1906 y compartido con Camillo Golgi. También lo obtuvo Severo Ochoa en 1959 cuando ya era ciudadano norteamericano y tras haber desarrollado toda su carrera científica en los Estados Unidos; además, también tuvo que compartir el galardón con Arthur Kornberg (PIE 2015). No hubo más desde entonces. Ahora hay muchísimos más científicos a tiempo completo dedicados a investigar y seguimos sin conseguir ningún premio Nobel. Es evidente que la política científica está equivocada y debe corregir sus errores para que, algún día no muy lejano, se vea la luz al final del oscuro túnel en que yace la ciencia española actual a nivel internacional. No valen excusas. Mientras España no sea respetada en el exterior, jamás ganará un premio Nobel científico y, para hacerlo posible, debemos hacernos respetar valorando lo nuestro frente a lo ajeno, porque de nada sirve seguir haciendo el ridículo de publicar en inglés para quienes no te saben apreciar o no quieren hacerlo.

Entre nosotros hay genios, huérfanos de padrinos, que son menospreciados, marginados, expulsados y condenados al ostracismo por destacar sobre los demás. Muchos siguen aquí, no han podido o no han querido marcharse al extranjero a pesar del maltrato recibido en los ambientes académicos. No es problema de invertir más dinero sino de saber aprovechar lo que tenemos a nuestro alcance. Si quienes dirigen la ciencia oficial no cambian su mentalidad, todo seguirá igual.

En conclusión, debemos superar envidias y mediocridades para apoyar a los mejores investigadores, de modo que los demás sigan su estela y se aprovechen de ello. Así llegaremos lejos, muy lejos, y ganaremos el respeto que se nos niega. Solo de esa manera conseguiremos algún día un trato justo y obtendremos un premio Nobel científico. 📖✍

Referencias

- CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE [CNRS]. 2022. *Prix Nobel*.¹
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2015. Notas sobre la decadente ciencia oficial española. *Arqueología Iberoamericana* 25: 4.
- LACADENA, J. R. 2020. El Premio Nobel en Química 2020. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* 86, 4: 299-300.

¹ <<https://www.cnrs.fr/fr/talents/international?medal=118>>.

RESEARCH ADVANCE

SOBRE LA MECÁNICA DEL PROCESO DE COLAPSO DE LAS CIVILIZACIONES

On the Mechanics of the Process of Collapse of Civilizations

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology, Spain
(✉ arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. Gracias a los avances de la «arqueología de los fenómenos sociales», disponemos de cuatro simples ecuaciones capaces no solo de arrojar luz sobre los mecanismos del colapso de las civilizaciones pasadas y actuales sino también de explicarlos. Son cinco los parámetros fundamentales que intervienen en dicho proceso: los recursos disponibles, la población representada, la riqueza relativa que expresa el estado de la economía, la conflictividad social interna y el riesgo de guerra o conflictividad externa. El emblemático caso de Teotihuacan servirá para ilustrar con evidencias empíricas los mecanismos que condujeron a su ocaso final.

PALABRAS CLAVE. Mecánica; proceso; colapso; civilizaciones; arqueología; fenómenos sociales.

ABSTRACT. Thanks to advances in the “archaeology of social phenomena”, we now have four simple equations capable not only of shedding light on the mechanisms of the collapse of past and present civilizations, but also of explaining them. There are five fundamental parameters involved in this process: the available resources, the population represented, the relative wealth expressing the state of the economy, the internal social conflict, and the risk of war or external conflict. Using empirical evidence from the emblematic case of Teotihuacan, we illustrate the mechanisms that led to its final decline.

KEYWORDS. Mechanics; process; collapse; civilizations; archaeology; social phenomena.

INTRODUCCIÓN

Aunque existen fórmulas más complejas, recientemente publicadas (cf. PIE 2021b), que explican el colapso de las civilizaciones antiguas y modernas, un análisis minucioso de la mecánica del proceso, medido originalmente por el índice K, permite aislar cuatro simples ecuaciones capaces de explicar su dinámica en función de cinco parámetros fundamentales: los recursos disponibles (A), la población representada (P), la riqueza relativa que expresa el estado de la economía (R), la conflictividad social interna (C) y el riesgo de guerra o conflictividad externa (G). Esto ha sido posible gracias a los fructíferos avances de la *arqueología de los fenóme-*

nos sociales o *arqueonomía* (PIE 2017a, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2021b, 2022a; Flores e Izquierdo-Egea 2018), que están convirtiendo a este nuevo campo de la arqueología teórica en una verdadera ciencia nomotética de naturaleza social.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE COLAPSO DE UNA CIVILIZACIÓN

El proceso de colapso de una civilización incluye varias fases que articulan el comportamiento de una serie de parámetros que intervienen en el mismo. En gene-

Recibido: 24-11-2022. Aceptado: 1-12-2022. Publicado: 8-12-2022.

ral, en una primera fase (*de escasez de recursos y conflictividad interna*), un abrupto descenso de los recursos disponibles repercutiría negativamente sobre la población, incrementando de forma significativa la conflictividad social ($iC = iP/iA$).¹

En la segunda fase (*de crisis económica*), el notorio aumento de la conflictividad interna provocaría un acusado descenso de la actividad productiva y, con ello, una fuerte crisis económica ($iR = iD/iC$).²

En la tercera fase (*de colapso*), la galopante conflictividad interna y la grave crisis económica pondrían a cualquier sociedad o civilización al borde del colapso ($K = iC/iR$).

Ahora bien, en el caso de Teotihuacan, ya habíamos visto que era decisiva la intervención de la conflictividad externa o guerra ($G = iC/iA$) en el proceso (cf. v. g. PIE 2021a: 169; 2021b: 104), por lo que resulta obligado incluir ese factor en la mecánica del proceso de colapso.

Tenemos, entonces, no tres sino cuatro ecuaciones simples que explican perfectamente el ocaso final de esa gran civilización antigua de la Mesoamérica prehispánica.

Por tanto, en el caso teotihuacano habría que integrar un elevado incremento de la conflictividad externa (guerra) en la segunda fase de crisis económica; es decir, sería una fase de crisis económica y conflictividad externa.

En consecuencia, según el modelo general o teotihuacano (PIE 2021b: 105-106), que es el más frecuente entre los casos hasta ahora estudiados, son cuatro las ecuaciones que explican la mecánica del proceso de colapso de las civilizaciones: 1) $iC = iP/iA$, 2) $iR = iD/iC$, 3) $G = iC/iA$ y 4) $K = iC/iR$.

Ahora bien, hay novedades que modifican y mejoran ostensiblemente los logros del anterior artículo sobre la *ley del colapso de las civilizaciones* (cf. PIE 2021b). El modelo general (o teotihuacano por haber sido concebido originalmente a partir del registro funerario de esta antigua civilización mesoamericana) se convierte

en universal porque quedan anuladas las excepciones que lo impedían: el modelo Cabezo Lucero-Gil de Olid se elimina porque no hay ruptura o colapso en su secuencia temporal. Es decir, en ambos casos existe continuidad hasta la segunda mitad del siglo IV (c. 350-300 AC).

Estrictamente, tampoco hay colapso en la cuenca del río Balsas durante el Clásico Tardío porque existe continuidad en el registro material a pesar de la gran crisis económica y social registrada.

Evidencias empíricas

Se incluyen aquí, además de los colapsos que quedaron plasmados materialmente en el registro funerario, los momentos de aguda crisis económica en los cuales se dieron las condiciones para el colapso de una civilización, aunque luego hubiese continuidad en la serie temporal.

Se contabiliza igualmente el colapso de algunas ciudades antiguas, no solo el de las civilizaciones, y aparecen datos inéditos que todavía no han sido publicados. Esto implica que también se tomen como referencia series temporales que no acaban en colapso sino en abandono, como en el caso de la ciudad maya de Tikal, porque registran algún periodo crítico previo que las puso al borde del colapso.

Relación de registros funerarios analizados

1) *Argáricos* (España): Gatas (Almería), Lorca (Murcia) y Cuesta del Negro (Granada); 2) *Fenicios* (España): Laurita (Granada) y Puig des Molins (Ibiza); 3) *Tartésios/orientalizantes* (España): Medellín (Badajoz); 4) *Ibéricos* (Francia): Mailhac; 5) *Ibéricos* (España): Cástulo (Jaén), Cabezo Lucero (Alicante), Bajo Ebro (Tarragona) —incluye las necrópolis ibéricas antiguas de Mas de Mussols y Mianes—, Los Villares (Albacete), Gil de Olid (Jaén), El Cigarralejo (Murcia), Cabeceo del Tesoro (Murcia), La Albufereta (Alicante) y Coimbra del Barranco Ancho (Murcia); 6) *Griegos*: Corinto (Grecia) y Ampurias/*Emporion* (Gerona, España); 7) *Celtibéricos*: La Yunta (Guadalajara, España); 8) *Romanos* (España): Ampurias/*Emporiae* (Gerona) y Córdoba/*Corduba*; 9) *Galos*: Vaugrignon (Francia); 10) *Romanos* (Francia): Lyon/*Lugdunum*, Tavaux, Apt y Marsella/*Massilia*; 11) *Teotihuacanos*: Teotihuacan (México); 12) *Mayas*: Altun Ha (Belice), Tikal (Guatemala), Altar de Sacrificios (Guatemala), Uaxactún (Guatemala) y Barton Ramie (Belice); 13) *Zapotecas*: Mon-

¹ Nótese el empleo de índices temporales para cuatro de los cinco parámetros fundamentales que intervienen en el proceso de colapso de una civilización. Miden la variación de los mismos respecto al momento anterior al considerado: $iA = A/A_0$, $iP = P/P_0$, $iC = C/C_0$, $iR = R/R_0$. Tanto el quinto parámetro, $G = iC/iA$, como $K = iC/iR$, son índices complejos que incluyen algunos de los índices simples referidos.

² No se cita la desigualdad social (D) porque $iD = iR \times iC$, es decir, aunque aumente iC , disminuye iR ; luego $iD \gg iR$ para que iC se incremente, o bien, $iD \gg iC$ para que iR aumente.

te Albán (Oaxaca, México); 14) cuenca del río Balsas (México).

Evidencias materiales reunidas

Con este nuevo enfoque intercultural, se han examinado 55 evidencias materiales tomadas de 35 registros funerarios de distintos ámbitos espaciales y temporales desde Iberia a Mesoamérica, pasando por Grecia y la Galia romana (ordenadas según su antigüedad): 1) Gatas (Almería, España), 2) Lorca (Murcia, España), 3) Cuesta del Negro (Granada, España) —las tres primeras corresponden al periodo de El Argar Tardío (c. 1650-1550 AC) de la Edad del Bronce en el sureste de la península ibérica—; 4) Laurita c. 650-625 AC, 5) Medellín c. 625-600 AC, 6) Medellín c. 600-575 AC, 7) Puig des Molins c. 575-550 AC, 8) Medellín c. 550-525 AC, 9) Mailhac c. 525-500 AC; 10) Medellín c. 475-450 AC, 11) Cástulo c. 450-425 AC, 12) Cabezo Lucero c. 450-425 AC, 13) Corinto c. 450-400 AC, 14) Ampurias griega c. 450-400 AC, 15) Bajo Ebro c. 450-400 AC, 16) Los Villares c. 425-400 AC, 17) Gil de Olid c. 350-300 AC, 18) El Cigarralejo c. 350-300 AC, 19) Cabecico del Tesoro c. 350-300 AC, 20) La Albufereta c. 300-250 AC, 21) Coimbra del Barranco Ancho c. 300-250 AC, 22) Coimbra del Barranco Ancho c. 250-200/175 AC, 23) El Cigarralejo c. 200-150 AC, 24) Cabecico del Tesoro c. 200-150 AC, 25) La Yunta c. 200-150 AC, 26) Ampurias/*Emporiae* c. 150-100 AC, 27) Vaugrignon c. 40-10 AC, 28) Lyon/*Lugdunum* c. 30-60/70 AD —incluye el final de la época del emperador Tiberio—, 29) Tavaux 54-68 AD (época del emperador Nerón), 30) Ampurias romana c. 50-100 AD, 31) Córdoba/*Corduba* c. 50-100 AD, 32) Ampurias romana c. 100-150 AD, 33) Córdoba/*Corduba* c. 100-150 AD, 34) Apt c. 100-150 AD, 35) Tavaux 138-161 AD (época del emperador Antonino Pío), 36) Marsella/*Massilia* c. 150-200 AD, 37) Córdoba/*Corduba* c. 200-225 AD, 38) Teotihuacan c. 250-350 AD, 39) Altun Ha c. 500-550 AD, 40) Teotihuacan c. 550-650 AD, 41) Tikal c. 550-700 AD, 42) Altar de Sacrificios c. 570-630 AD, 43) Uaxactún c. 600-700 AD, 44) Barton Ramie c. 600-750 AD, 45) Altun Ha c. 650-700 AD, 46) Altun Ha c. 700-750 AD, 47) Uaxactún c. 700-800 AD, 48) Monte Albán c. 650-900 AD, 49) cuenca del río Balsas c. 650-900 AD, 50) Altar de Sacrificios c. 780-950 AD, 51) Altun Ha c. 800-850 AD, 52) Barton Ramie c. 800-1000 AD, 53) Altun Ha c. 850-900 AD, 54) Uaxactún c. 900 AD, 55) Altun Ha c. 950 AD.

Fuentes de los datos empíricos

Los datos empíricos se tomaron de los siguientes registros funerarios: 1) *Argáricos*: Gatas, Lorca y Cuesta del Negro (PIE 2016b); 2) *Fenicios*: Laurita (Pellicer-Catalán 2007) y Puig des Molins (Gómez-Bellard 1990); 3) *Tartésios*: Medellín (Almagro-Gorbea 2006); 4) *Ibéricos*: Mailhac (PIE 2011), Bajo Ebro (Maluquer 1984, 1987), Cástulo, Cabezo Lucero, Los Villares, Gil de Olid, El Cigarralejo, Cabecico del Tesoro, La Albufereta (PIE 1996-97, 2012a) y Coimbra del Barranco Ancho (García-Cano 1997); 5) *Griegos*: Corinto (PIE 2017b) y Ampurias/*Emporion* (Almagro-Basch 1953; PIE 2012b); 6) *Celtibéricos*: La Yunta (García-Huerta y Antona 1992); 7) *Romanos*: Ampurias/*Emporiae* (Almagro-Basch 1953, 1955), Córdoba/*Corduba* (Vargas-Cantos y Gutiérrez-Deza 2006), Lyon/*Lugdunum* (Schmitt *et al.* 2010), Tavaux (Barbet y Ancel 2012), Apt (Dumoulin 1964) y Marsella/*Massilia* (Moliner 2003); 8) *Galos*: Vaugrignon (PIE 2013); 9) *Teotihuacanos*: Teotihuacan (PIE 2021a); 10) *Mayas*: Altun Ha, Tikal, Altar de Sacrificios, Uaxactún y Barton Ramie (Welsh 1988); 11) *Zapotecas*: Monte Albán (PIE 2016c); 12) cuenca del río Balsas (PIE 2014, 2016a).

Todo este extenso corpus empírico abarca un amplio marco cronológico y corresponde a diez civilizaciones antiguas: argárica, fenicia, tartésia, griega, ibérica, gala, romana, teotihuacana, zapoteca y maya.

La ley del colapso de las civilizaciones

En consecuencia, al quedar en pie un solo modelo empírico antagónico (el de Los Villares I) frente al modelo general, si suprimimos el único parámetro discordante, cuya justificación ya se expuso en la anterior publicación (cf. PIE 2021b: 106), convertimos el modelo general en modelo universal introduciendo un nuevo índice de riesgo de colapso (K_c) más preciso que todos los anteriores:

$$K_c = \frac{iC \cdot G}{iR \cdot iA} \quad (1)$$

Donde K_c es directamente proporcional al índice temporal de la conflictividad social ($iC = C/C_0$) y el riesgo de guerra (G), e inversamente proporcional a los índices temporales de la riqueza relativa ($iR = R/R_0$), que expresa el estado de la economía, y los recursos disponibles ($iA = A/A_0$). Como sabemos que $K = iC/iR$,

podemos relacionar K con K_c de la siguiente manera, sustituyendo iC/iR por K :

$$K_c = \frac{K \cdot G}{iA} \quad (2)$$

Todo lo cual da pie a expresar la ley general, ahora universal, del colapso de las civilizaciones en unos términos más ajustados a las evidencias empíricas del registro material: *las sociedades colapsan cuando la conflictividad interna y/o externa es muy elevada en un contexto de aguda crisis económica y gran escasez de recursos*, tal como ya se avanzó anteriormente (PIE 2021b: 106).

Agradecimientos

A todos los arqueólogos que excavaron y publicaron los ajuares funerarios a partir de los cuales se pudieron reunir todas las evidencias empíricas que avalan esta investigación teórica.

Reflexión final

Las 55 evidencias materiales provenientes de 35 registros funerarios europeos y mesoamericanos deberían abrir los ojos de los escépticos, porque las futuras generaciones no entenderán su absurdo comportamiento. El avance histórico de la ciencia está repleto de ejemplos de cegueras colectivas que negaron en su tiempo el reconocimiento a descubrimientos o avances revolucionarios que amenazaban los cimientos de los paradigmas imperantes. No hubo entonces, ni hay ahora, progresismo en un mundo académico que sigue dominado por un conservadurismo extremo.

Adenda

Recientemente concluyó una avanzada investigación sobre la evolución de la civilización argárica a partir del registro funerario. Los resultados son muy relevantes y, aunque permanecen inéditos a la espera de ser publicados en una revista científica, se dieron a conocer en octubre de 2022 mediante una versión preimpresa (*preprint*) en lengua inglesa (PIE 2022b). Arrojan mucha luz sobre el desarrollo y colapso de esta compleja sociedad de la Edad del Bronce en el sureste de la península ibérica.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGRO-BASCH, M. 1953. *Las necrópolis de Ampurias. Vol. I: introducción y necrópolis griegas*. Barcelona.
- ALMAGRO-BASCH, M. 1955. *Las necrópolis de Ampurias. Vol. II: necrópolis romanas y necrópolis indígenas*. Barcelona.
- ALMAGRO-GORBEA, M. 2006. *La necrópolis de Medellín: I. La excavación y sus hallazgos*. Madrid: Real Academia de la Historia.
- BARBET, G.; M. J. ANCEL. 2012. *Fouille Programmée de la nécropole antique des «Terres Saint-Gervais» - Tavaux (39). Rapport final de la triennale (2009-2011). Rapport de sondages (2012)*. Besançon: Service Régional de l'Archéologie de Franche-Comté.
- DUMOULIN, A. 1964. Découverte d'une nécropole gallo-romaine à Apt (Vaucluse). *Gallia* 22, 1: 87-110.
- FLORES, J. C.; P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54. <<http://purl.org/aia/3806>>. <<http://n2t.net/ark:/49934/154>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3474431>>.

- GARCÍA-CANO, J. M. 1997. *Las necrópolis ibéricas de Coimbra del Barranco Ancho (Jumilla, Murcia): las excavaciones y estudio analítico de los materiales*. Vol. 1. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- GARCÍA-HUERTA, M. R.; V. ANTONA. 1992. *La necrópolis celtibérica de La Yunta (Guadalajara): campañas 1984-1987*. Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- GÓMEZ-BELLARD, C. 1990. *La colonización fenicia de la isla de Ibiza*. Excavaciones Arqueológicas en España 157. Madrid: Ministerio de Cultura.
- IZQUIERDO, P. [PIE]. 1996-97 [2000]. Fluctuaciones económicas y cambios sociales en la protohistoria ibérica. *Arx* 2-3: 107-138. ISSN 1137-8646. <<https://www.laiesken.net/arxjournal/pdf/izquierdo.pdf>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2011. Mailhac y las fluctuaciones económicas de la protohistoria ibérica arcaica (550-450 a. C.). *Arqueología Iberoamericana* 11: 3-25. <<http://purl.org/aia/111>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/26>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1310131>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2012a. *Economic Archaeology of Grave Goods*. Advances in Archaeology 1. Graus. ISSN 2254-187X.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2012b. Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 16: 3-10. <<http://purl.org/aia/161>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/36>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1311023>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2013. Vaugrignon y las fluctuaciones económicas de los galos durante los siglos II y I a. C. *Arqueología Iberoamericana* 20: 29-40. <<http://purl.org/aia/202>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/45>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1311667>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2014. Fluctuaciones económicas prehispánicas en la cuenca del río Balsas, México. *Arqueología Iberoamericana* 23: 3-30. <<http://purl.org/aia/231>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/49>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1311863>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016a. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <<http://purl.org/aia/2910>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/82>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1315032>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016b. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77-90. <<http://purl.org/aia/309>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/91>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1317031>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016c. Monte Albán y el colapso clásico según el registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 32: 52-60. <<http://purl.org/aia/327>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/103>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1318373>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017a. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <<http://purl.org/aa/03>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017b. Corinto y las fluctuaciones de la economía griega durante el siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 36: 87-96. <<http://purl.org/aia/3612>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/135>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1478444>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18. <<http://purl.org/aia/S203>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/146>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3474191>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26. <<http://purl.org/aia/S205>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/148>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3474257>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70. <<http://purl.org/aia/3907>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/162>>. <<http://doi.org/10.5281/zenodo.3475470>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104. <<http://purl.org/aia/4011>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/176>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3476925>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53. <<http://purl.org/aia/4206>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/188>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3477625>>.

- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70. <<http://purl.org/aia/4308>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/196>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3478440>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87. <<http://purl.org/aia/4410>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/206>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3595658>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34. <<http://purl.org/aia/4504>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/210>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3733819>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101-104. <<http://purl.org/aia/4510>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/216>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.3908114>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021a. Teotihuacan y las fluctuaciones de la economía mesoamericana. *Arqueología Iberoamericana* 47: 161-174. <<http://purl.org/aia/4717>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/250>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.4926333>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021b. Sobre la ley del colapso de las civilizaciones según la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 48: 103-108. <<http://purl.org/aia/4808>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/258>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.5792553>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2022a. La ley de la desigualdad social según la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 49: 117-120. <<http://purl.org/aia/4914>>. <<https://n2t.net/ark:/49934/272>>. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.6642787>>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2022b. Observing the Evolution of Argaric Civilization through the Mortuary Record. *OSF Preprints*. <<https://doi.org/10.31219/osf.io/c7wdy>>.
- MALUQUER, J. 1984. *La necrópolis paleoibérica de «Mas de Mussols», Tortosa (Tarragona)*. Programa de Investigaciones Protohistóricas 8. Barcelona: Instituto de Arqueología y Prehistoria, Universidad de Barcelona.
- MALUQUER, J. 1987. *La necrópolis paleoibérica de Mianes en Santa Bàrbara (Tarragona)*. Programa de Investigaciones Protohistóricas 9. Barcelona: Instituto de Arqueología y Prehistoria, Universidad de Barcelona.
- MOLINER, M., ED. 2003. *La nécropole de Sainte-Barbe à Marseille (IVe s. av. J.-C. – IIe s. ap. J.-C.)*. Aix-en-Provence: Édisud/Centre C. Jullian.
- PELLICER-CATALÁN, M. 2007. *La necrópolis Laurita (Almuñécar, Granada) en el contexto de la colonización fenicia*. Cuadernos de Arqueología Mediterránea 1. Barcelona: Publicaciones del Laboratorio de Arqueología, Universidad Pompeu Fabra.
- SCHMITT, A.; M. MONIN; É. BERTRAND; E. BOUVARD; S. CARRARA. 2010. Un ensemble funéraire du Haut-Empire le long de la voie de l'Océan (Lyon 9e). *Revue archéologique de l'Est* 59: 287-351.
- VARGAS-CANTOS, S.; M. I. GUTIÉRREZ-DEZA. 2006. Intervención arqueológica de urgencia en la Avenida del Corregidor (trazado del nuevo colector de Vistalegre, Córdoba). *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003, 3, 1: 279-294. Sevilla.
- WELSH, W. B. M. 1988. *An Analysis of Classic Lowland Maya Burials*. BAR International Series 409. Oxford.

RESEARCH ARTICLE

OBSERVING THE EVOLUTION OF ARGARIC CIVILIZATION THROUGH THE MORTUARY RECORD

Observando la evolución de la civilización argárica a través del registro funerario

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology & Archaeonomy, Spain
(✉ arqueologia@laiesken.net)



Figure 1. Map of the southeast of the Iberian Peninsula. Location of the Argaric settlements studied: 1) Gatas (Turre, Almería), 2) Lorca (Murcia), 3) Cerro de la Virgen (Orce, Granada), 4) Cuesta del Negro (Purullena, Granada), 5) Cerro de la Encina (Monachil, Granada), 6) Caramoro I (Elche, Alicante), 7) Tabayá (Aspe, Alicante), 8) Illeta dels Banyets (El Campello, Alicante).

ABSTRACT. *This brief paper offers a preview of the analysis of a time series consisting of 6 chronological samples comprising a total of 57 Argaric burials from southeast Iberia: Almería (Gatas), Murcia (Lorca), Granada (Cerro de la Virgen, Cuesta del Negro and Cerro de la Encina) and Alicante (Caramoro I, Tabayá and Illeta dels Banyets). The results obtained show the economic, social and political evolution of Argaric civilization from its beginning at the end of the third millennium BC until its final collapse in the 16th century BC.*

Received: January 17, 2023. Accepted: January 24, 2023. Published: January 31, 2023.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Rachel Egan. Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <https://n2t.net/ark:/49934/288>. <http://purl.org/aia/5101>.

KEYWORDS. *Evolution; Argaric; civilization; mortuary record; El Argar; southeast; Iberia; Iberian Peninsula; Bronze Age.*

RESUMEN. *Este breve artículo ofrece un avance del análisis de una serie temporal integrada por 6 muestras cronológicas que comprenden un total de 57 enterramientos argáricos ubicados en el sureste de la península ibérica: Almería (Gatas), Murcia (Lorca), Granada (Cerro de la Virgen, Cuesta del Negro y Cerro de la Encina) y Alicante (Caramoro I, Tabayá e Illeta dels Banyets). Los resultados obtenidos muestran la evolución económica, social y política de la civilización argárica desde su inicio a finales del tercer milenio antes de nuestra era hasta su colapso final en el siglo XVI AC.*

PALABRAS CLAVE. *Evolución; civilización; argárica; registro funerario; El Argar; sureste; península ibérica; Iberia; Edad del Bronce.*

INTRODUCTION

A first approach was made years ago (PIE 2016). That research proved that the fluctuations of Argaric economy can be inferred from the mortuary record. In addition, the effect of the collapse of this Bronze Age civilization settled in southeast Iberia was also isolated. However, only three chronological periods could be analyzed at that time. In the present study, it was possible to duplicate this periodization in order to know in much more detail the evolution of the Argaric world.

METHODOLOGY

In order to obtain accurate results, 57 Argaric burials from southeast Iberia (integrating a time series of 6 chronological samples), with calibrated ^{14}C absolute dating, have been selected: Gatas (GA, Turre) in Almería (Buikstra *et al.* 1992; Castro *et al.* 1993–94, 1995), Lorca (JM, CI) in Murcia (Martínez *et al.* 1999; Martínez & Ponce 2002a, 2002b); Cerro de la Virgen (CV, Orce) (Molina-González *et al.* 2014, 2016), Cuesta del Negro (CN, Purullena) (Cámara & Molina 2011) and Cerro de la Encina (CE, Monachil) (Aranda & Esquivel 2006; Aranda & Molina 2006) in Granada; and Caramoro I (CA, Elche) (Jover-Maestre *et al.* 2018), Tabayá (TA, Aspe) (Hernández-Pérez *et al.* 2019) and Illeta dels Banyets (BA, Campello) (López-Padilla *et al.* 2006) in Alicante (Figure 1).

These are the 6 chronological samples selected: 1) *Early Argar I* (c. 2122–2058 BC, N = 4): GA-01, JM-2A, TA-1, CV-16; 2) *Early Argar II* (c. 1967–1907 BC, N = 6): GA-33/N, CI-5, JM-2B, CE-13, CA-E, TA-3; 3) *Middle Argar I* (c. 1899–1809 BC, N = 9): GA-24, GA-26, GA-33S, CI-3, CN-27, BA-5, CV-6B, CV-14, CV-22A; 4) *Middle Argar II* (c. 1797–1705 AC, N =

21): GA-32, GA-36, CN-5, CN-18, CN-20, CN-21, CE-14A, CE-14B, BA-1A, BA-1B, CV-4A, CV-5, CV-8, CV-6A, CV-4B, CV-11, CV-12, CV-22B, CV-24, CV-32, CV-34; 5) *Late Argar I* (c. 1695–1600 BC, N = 12): GA-31, CN-8, CN-13, CN-22, CN-23, CN-30, CE-21A, CE-21B, CE-22A, CE-22B, CV-29A, CV-29B; 6) *Late Argar II* (c. 1573–1420 BC, N = 5): GA-20, GA-21, CN-3, CE-15, CV-1. In total, 57 burials were selected from the following sources: Gatas (10), Lorca (4), Cerro de la Encina (8), Cuesta del Negro (11), Cerro de la Virgen (18), Alicante (6).

Thanks to the advanced development of the *contextual valuation method* (PIE 1991, 1993, 1996–97, 2012, 2013), we can infer some social phenomena recorded in the mortuary goods by measuring a series of parameters that have been published and can be consulted in open access (PIE 2017, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c, 2020a, 2020b, 2021, 2022a, 2022b): *relative wealth* (R) through funerary expenditure (which makes it possible to isolate the fluctuations of economy), *social inequality* estimated by coefficient of variation in percent (D), *social conflict* ($C = D/R$), *social cohesion* ($O = R/D$), *represented population* or *sample size* (P), *level of available resources* ($A = P/C$), *resources per capita or inhabitant* (A/P), *relative wealth index* ($iR = R/R_0$), *social inequality index* ($iD = D/D_0$), *social conflict index* ($iC = C/C_0$), *social cohesion index* ($iO = O/O_0$), *index of represented population* ($iP = P/P_0$), *level of available resources index* ($iA = A/A_0$), *White's index of culture change* ($W = iA \cdot iR$), *collapse risk index* ($K = iC/iR$), *war risk index* ($G = iC/iA$), *urbanism* ($U = (P \cdot A)/C$); *urban development index* ($iU = (iP \cdot iA)/iC$), *state of a society index* ($Z = \log [(iR \cdot iA \cdot iP \cdot W \cdot U)/(iD \cdot iC \cdot K \cdot G)]$), *free energy or reversibility of the social process* ($E = \Delta D - R \cdot \Delta C$, where $\Delta D = D - D_0$ and $\Delta C = C - C_0$), *regulatory mechanism of stability* ($iR - iD$), and *stability of the social process* ($Q = iO - iC$).

Table 1. Social parameters of the El Argar time series (c. 2122–1420 BC).
Calculations with decimals are approximate in some cases.

ARGAR (BC Period)	R	D	C	O	P	A	A/P	iR	iD	iC	iO	iP	iA	W	K	G	U	iU	Z	E	iR-iD	Q
Early I (2122-2058)	28,50	45,28	1,59	0,63	4	2,52	0,63										6,3387					
Early II (1967-1907)	25,83	153,96	5,96	0,17	6	1,01	0,17	0,91	3,40	3,75	0,27	1,50	0,40	0,36	4,14	9,38	1,0133	0,16	-4,20	-4,24	-2,49	-3,49
Middle I (1899-1809)	62,96	99,38	1,58	0,63	9	5,70	0,63	2,44	0,65	0,26	3,78	1,50	5,66	13,81	0,11	0,05	32,5100	32,08	7,02	221,31	1,79	3,51
Middle II (1797-1705)	16,32	75,93	4,65	0,21	21	4,51	0,21	0,26	0,76	2,95	0,34	2,33	0,79	0,21	11,37	3,72	20,3729	0,63	-3,19	-73,62	-0,50	-2,61
Late I (1695-1600)	244,36	109,16	0,45	2,24	12	26,86	2,24	14,97	1,44	0,10	10,42	0,57	5,95	89,11	0,01	0,02	721,5986	35,42	10,05	1060,97	13,54	10,32
Late II (1573-1420)	28,00	165,49	5,91	0,17	5	0,85	0,17	0,11	1,52	13,23	0,08	0,42	0,03	0,00	115,47	420,12	0,7157	0,00	-14,26	-96,65	-1,40	-13,16

R: Relative wealth; D: Social inequality; C: Social conflict; O: Social cohesion; P: Represented population; A: Level of available resources; A/P: Resources per capita; iR: Relative wealth index; iD: Social inequality index; iC: Social conflict index; iO: Social cohesion index; iP: Index of represented population; iA: Level of available resources index; W: White's index (culture change); K: Collapse risk index; G: War risk index; U: Urbanism; iU: Urban development index; Z: State of a society index; E: Free energy (reversibility of the social process); iR-iD: Regulatory mechanism of stability; Q: Stability of the social process.

RESULTS

The results obtained (see Table 1) provide us with a synthesis covering all the periods of the Argaric civilization. This study brings that information to the attention of the scientific community. A more extensive paper extending the present analysis will be published at a later date.

The first period of the Early Argar (21th century BC) shows the lowest level (45.28) of social inequality (D) of the entire time series analyzed and an incipient urbanism (U = 6.34) that is truncated in the later period.

In the final period of the Early Argar (20th century BC) the available resources (A) and their distribution per inhabitant (A/P) are drastically reduced (-59.92% and -73.02%, respectively). The activity of the economy (R) falls slightly (-9.37%), social inequality (D) grows exorbitantly (240.02%) and there is an outbreak of internal conflict (C) that reaches the maximum of the entire Argaric series (5.96). Urbanism (U) also suffers a significant decline in its development (-84.01%) and instability (Q) spreads (-3.49). The state of society (Z) is clearly adverse (-4.20) and there is a risk of war (G = 9.38) and collapse (K = 4.14) in the 20th century BC.

During the first period of the Middle Argar (19th century BC), there was a big increase (464.36%) in available resources (A), a clear (143.75%) economic growth (R) and a high level of urban development (iU = 32.08). Inequality (D) and conflict (C) are also reduced (-35.45% and -73.49%, respectively), favoring a social stability (Q = 3.51) where there is no risk of war (G = 0.05) or collapse (K = 0.11). In addition, the high increase in reversibility (E = 221.31) and the W index (13.81) indicate a favorable political and cultural change, respectively.

However, in the final period of the Middle Argar (18th century BC) there was a great economic crisis (R, -74.08%) accompanied by a significant increase in social conflict (C, 194.30%). Urban development (iU = 0.63) also undergoes a huge fall. In the background of this depression could be a possible subsistence crisis (responsible for the demographic decline in the subsequent period), because although the available resources (A) are relatively decreasing (-20.88%), the enormous growth of the population represented (P) causes a significant reduction (-66.67%) in resources per inhabitant (A/P). The Argaric world of that time offers an apparently chaotic panorama where the general state of society (Z) is worsening (-3.19). In fact, a great insta-

bility is manifested ($Q = -2.61$), the risk of war (G) increases (3.72), the danger of collapse (K) reaches an alarming level (11.37) and the social process is irreversible ($E = -73.62$); all this indicating a deep political change in the heart of this Bronze Age society of southeast Iberia. That is to say, the social instability (Q) generated seems to be out of control. Therefore, the 18th century BC is a conflictive and negative period for the development of Argaric economy.

The Argaric society reached its maximum development and complexity during the first period of the Late Argar (17th century BC). There is a great abundance of resources (A), now reaching the maximum (26.86) of the entire time series analyzed, as well as their distribution per inhabitant ($A/P = 2.24$). This time recorded the maximum growth of its economy ($R = 244.36$) and urbanism ($U = 721.60$), as well as its minimum internal conflict ($C = 0.45$) despite the increase (43.76%) of social inequality (D). There is also no risk of war ($G = 0.02$) or collapse ($K = 0.01$). Although there is a marked demographic decline (-42.86% , due to the possible subsistence crisis of the preceding period), the population represented (P) is still significant. All of this reflects an extraordinary cultural transformation ($W = 89.11$). That stage is by far the most flourishing and stable ($Q = 10.32$) of the Argaric world, which experienced a great political change ($E = 1060.97$); this supports the hypothesis of the birth and development of an Argaric State that could have solved the subsistence crisis of the preceding period by centralizing power to manage production, thus unifying all previous (local or supralocal) chiefdoms in the same political entity.

Finally, during the 16th century BC, the decline and collapse of the Argaric civilization took place. Available resources (A) plummet, reaching the minimum of the entire time series (0.85), perhaps as a consequence of the adverse environmental factors that occurred at that time (Carrión *et al.* 2010: 469, 470). Both the represented population (P , -58.33%) and the economy (R , -88.54%) collapse and social inequality (D , 51.60%) and internal conflict (C , 1213.33%) increase significantly, especially the latter parameter. At this time, the Argaric world shows its maximum instability ($Q = -13.16$) and its worst situation ($Z = -14.26$). Furthermore, the risk of war ($G = 420.12$) and collapse ($K = 115.47$) are tremendously alarming and suggest a generalized period of violence, in which a deep adverse political change ($E = -96.65$) took place and may be referring to a possible civil war between the chiefdoms—to obtain resources and ensure their survival—that

could have constituted the Argaric State before its political decomposition, due to the probable inability to resolve the very serious subsistence crisis that was taking place. We have material evidence of all this in the Argaric settlements of that time (Lull *et al.* 2013: 298).

CONCLUSIONS

It is appropriate to speak of an Argaric civilization because the complexity of this society, especially during the 17th century BC, could have reached the form of an archaic state, probably based on a tributary system, which could have integrated or unified the pre-existing Argaric chiefdoms through a centralized power, justified by the need of overcoming a possible previous subsistence crisis recorded in the 18th century BC. The present study provides arguments that support this hypothesis through the mortuary record.

This novel approach has shed light on the economic, social and political evolution of Argaric civilization from its beginning at the end of the third millennium BC until its final collapse in the 16th century BC.

So far, we have been able to observe and isolate three periods of expansion (21st, 19th and 17th centuries BC) and three periods of retraction (20th, 18th and 16th centuries BC) in the evolution of Argaric economy. Each expansive moment is followed by a regressive one in an approximate interval of one hundred years.

Naturally, despite the reliability of this methodology, a permanent revision of the results obtained is recommended, which will depend on the future increase of the samples analyzed in this time series by means of new Argaric burials with calibrated absolute dates.

Although the results obtained are very revealing and should be taken into account by those who investigate the Argaric civilization, they will be revised as the set composed of burials with calibrated absolute dates increases. Obviously, the larger the chronological samples that integrate the time series of El Argar, the more reliable will be the inferences that can be drawn from their grave goods.

Much remains to be done, although this study is an important first step and traces the path to be followed later, when it will be possible to rigorously expand the size of the calibrated absolute chronological samples.

Acknowledgments

To all the archaeologists who excavated and published the grave goods from which all the empirical evidence supporting this research was gathered. To Francisco Javier Jover Maestre for helping me to include some Argaric burials from the province of Alicante, Spain, in the selected chronological samples that were analyzed.

REFERENCES

- ARANDA, G.; J. A. ESQUIVEL. 2006. Ritual funerario y comensalidad en las sociedades de la Edad del Bronce del sureste peninsular: la cultura de El Argar. *Trabajos de Prehistoria* 63(2): 117–133.
- ARANDA, G.; F. MOLINA. 2006. Wealth and power in the Bronze Age of the south-east of the Iberian Peninsula: the funerary record of Cerro de la Encina. *Oxford Journal of Archaeology* 25(1): 47–59.
- BUIKSTRA, J.; P. V. CASTRO; R. W. CHAPMAN; P. GONZÁLEZ; L. M. HOSHOWER; V. LULL; M. PICAZO; R. RISCH; E. SANAHUJA. 1992. La necrópolis de Gatas. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1990(2): 261–276.
- CÁMARA, J. A.; F. MOLINA. 2011. Jerarquización social en el mundo argárico (2000-1300 a. C.). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de Castellón* 29: 77–104.
- CARRIÓN, J. S.; S. FERNÁNDEZ; P. GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ; G. GIL-ROMERA; E. BADAL; Y. CARRIÓN-MARCO; L. LÓPEZ-MERINO; J. A. LÓPEZ-SÁEZ; E. FIERRO; F. BURJACHS. 2010. Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 458–475.
- CASTRO, P. V.; R. W. CHAPMAN; S. GILI; V. LULL; R. MICÓ; C. RIHUETE; R. RISCH; M. E. SANAHUJA. 1993–94. Tiempos sociales de los contextos funerarios argáricos. *Anales de Prehistoria y Arqueología* 9–10: 77–105.
- CASTRO, P. V.; R. W. CHAPMAN; E. COLOMER; S. GILI; P. GONZÁLEZ; V. LULL; R. MICÓ; S. MONTÓN; C. RIHUETE; R. RISCH; M. RUIZ; M. E. SANAHUJA; M. TENAS; M. VAN STRYDONCK. 1995. La serie radiocarbónica de Gatas (Turre, Almería). Diacronía y fasificación del depósito arqueológico. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1992(2): 27–37.
- HERNÁNDEZ-PÉREZ, M. S.; J. A. LÓPEZ-PADILLA; F. J. JOVER-MAESTRE. 2019. Estratigrafía y radiocarbono: la tumba 1 y la cronología de la ocupación argárica del Tabayá (Aspe, Alicante). *Spal* 28(1): 35–55.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 1991. Un programa informático para el análisis funerario en arqueología [A Computer Program for Mortuary Analysis in Archaeology]. In *I Reunión de Aplicaciones Informáticas en Arqueología (Madrid, 1990) = Complutum* 1: 133–142.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 1993. *Análisis funerario y reconstrucción histórica de las formaciones sociales íberas [Mortuary Analysis and Historical Reconstruction of Iberian Social Formations]*. Doctoral dissertation. Bellaterra: Autonomous University of Barcelona.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 1996–97 [2000]. Fluctuaciones económicas y cambios sociales en la protohistoria ibérica [Economic Fluctuations and Social Changes in Iberian Protohistory]. *Arx* 2–3: 107–138. ISSN 1137–8646.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2012. *Economic Archaeology of Grave Goods*. Advances in Archaeology 1. Graus.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2013. On the Contextual Valuation Method and the Economic Archaeology of Grave Goods. *Advanced Archaeology* 1: 3–12.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2016. Midiendo las fluctuaciones de la economía argárica a través del registro funerario [Measuring Fluctuations in the Argaric Economy through the Mortuary Record]. *Arqueología Iberoamericana* 30: 77–90.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I [Foundations of the Archaeology of Social Phenomena I]*. Advances in Archaeology 3. Graus.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad [Leslie A. White and the Objective Measurement of Human Culture Change]. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15–18.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica [Implementing a Statistical Equation to Measure Collapse in Ancient Mesoamerica]. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23–26.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica [A Statistical Equation to Measure the War Risk in Pre-Hispanic Mesoamerica]. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67–70.

- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales [Boltzmann and the Connection of Thermodynamics with the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101–104.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario [Measuring the Degree of Urban Development through the Mortuary Record]. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50–53.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales [On the Fundamental Law of the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67–70.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales [Thermodynamics and the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80–87.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales [On the Law of Conflict in the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29–34.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101–104.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021. Sobre la ley del colapso de las civilizaciones según la arqueología de los fenómenos sociales [On the Law of Collapse of Civilizations according to the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 48: 103–108.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2022a. La ley de la desigualdad social según la arqueología de los fenómenos sociales [The Law of Social Inequality according to the Archaeology of Social Phenomena]. *Arqueología Iberoamericana* 49: 117–120.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2022b. Sobre la mecánica del proceso de colapso de las civilizaciones. *Arqueología Iberoamericana* 50: 98–103.
- JOVER-MAESTRE, F. J.; S. MARTÍNEZ-MONLEÓN; M. P. DE MIGUEL-IBÁÑEZ; J. A. LÓPEZ-PADILLA; P. TORREGROSA-GIMÉNEZ; M. PASTOR-QUILES; R. E. BASSO-RIAL. 2018. ¿Violencia física o accidente? Nuevos datos sobre el enterramiento infantil del asentamiento argárico de Caramoro I (Elche, Alicante, España). *Arqueología Iberoamericana* 38: 25–31.
- LÓPEZ-PADILLA, J. A.; D. BELMONTE-MAS; M. P. DE MIGUEL-IBÁÑEZ. 2006. Los enterramientos argáricos de la “Illeta dels Banyets” de El Campello. Prácticas funerarias en la frontera oriental de El Argar. In *La ocupación prehistórica de la “Illeta dels Banyets” (El Campello, Alicante)*, edited by J. A. Soler-Díaz, pp. 119–172. MARQ. Museo Arqueológico de Alicante.
- LULL, V.; R. MICÓ; C. RIHUETE; R. RISCH. 2013. Political collapse and social change at the end of El Argar. In *Cultural Change in the Shadow of the Thera-Eruption? 4. Mitteldeutscher Archäologentag vom 14. bis 16. Oktober 2011 in Halle (Saale)*, eds. H. Meller, F. Bertemes, H. R. Bork & R. Risch, pp. 283–302. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 9.
- MARTÍNEZ, A.; J. PONCE. 2002a. Excavación arqueológica de urgencia en el subsuelo de la antigua iglesia del convento de las Madres Mercedarias (C/ Zapatería-C/ Cava, Lorca). *Memorias de Arqueología* 10: 90–137.
- MARTÍNEZ, A.; J. PONCE. 2002b. Segunda intervención arqueológica en la plaza de Juan Moreno, n.º 8, confluencia con calle Los Tintes, Lorca. *Memorias de Arqueología* 10: 150–160.
- MARTÍNEZ, A.; J. PONCE; M. M. AYALA. 1999. Excavaciones de urgencia del poblado argárico de Los Cipreses, Lorca. Años 1992-93. *Memorias de Arqueología* 8: 156–182.
- MOLINA-GONZÁLEZ, F.; J. A. CÁMARA-SERRANO; J. A. AFONSO-MARRERO; T. NÁJERA-COLINO. 2014. Las sepulturas del Cerro de la Virgen (Orce, Granada). Diferencias cronológicas y sociales. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 16: 121–142.
- MOLINA-GONZÁLEZ, F.; J. A. CÁMARA-SERRANO; A. DELGADO-HUERTAS; S. A. JIMÉNEZ-BROBEIL; T. NÁJERA-COLINO; J. A. RIQUELME-CANTAL; L. SPANEDDA. 2016. Problemas cronológicos y análisis de dieta en la Edad del Bronce de los Altiplanos granadinos: el caso del Cerro de la Virgen (Orce, Granada, España). In *Del neolític a l'edat del bronze en el Mediterrani occidental. Estudis en homenatge a Bernat Martí Oliver*, pp. 451–463. Trabajos Varios del SIP 119. Valencia.

RESEARCH ARTICLE

ARQUEOLOGÍA DE LA IRREVERSIBILIDAD SOCIAL Y LAS CRISIS ECONÓMICAS

Archaeology of Social Irreversibility and Economic Crises

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology & Archaeonomy, Spain
(✉ arqueologia@laiesken.net)

RESUMEN. *La irreversibilidad de los procesos sociales está directamente relacionada con las crisis económicas. De hecho, gracias a la termodinámica y la «arqueología de los fenómenos sociales» o arqueonomía, se constata empíricamente que los procesos sociales irreversibles generan crisis económicas, tanto en las sociedades actuales como en las ya desaparecidas que nos legaron sus restos arqueológicos funerarios. Dada la universalidad de esa observación cuantitativa, hasta ahora confirmada en todos los casos analizados, se propone elevar dicha regularidad al rango de ley universal.*

PALABRAS CLAVE. *Irreversibilidad; social; crisis económicas; termodinámica; arqueología; fenómenos sociales; ley.*

ABSTRACT. *The irreversibility of social processes is directly related to economic crises. In fact, thanks to thermodynamics and the “archaeology of social phenomena” or archaeonomy, it is empirically proven that irreversible social processes generate economic crises, both in current societies and in those that have already disappeared and have left us their mortuary archaeological remains. Given the universality of this quantitative observation, so far confirmed in all the cases analyzed, it is proposed to elevate this regularity to the rank of universal law.*

KEYWORDS. *Irreversibility; economic crises; thermodynamics; archaeology; social phenomena; law.*

INTRODUCCIÓN

La *arqueología de los fenómenos sociales* (PIE 2017, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2019a, 2019b, 2019c; 2020a, 2020b, 2021, 2022a, 2022b; Flores e Izquierdo-Egea 2018), también conocida como *arqueonomía*, está convirtiendo a la arqueología en una verdadera ciencia porque puede formular leyes predictivas. Este nuevo campo de investigación mantiene una conexión directa con la termodinámica (PIE 2018d, 2019c), vinculando así a la arqueología nomotética con las ciencias naturales.

Más allá de la *arqueología de los fenómenos sociales*, no existe literatura científica que relacione claramente las crisis económicas con el registro arqueológico fune-

riario. El nexo entre ambos quedó demostrado de forma irrefutable en 1993 (cf. PIE 1993). Desde entonces ha reinado un silencio atronador. Este «agujero negro» de la ciencia oficial sigue abierto, poniendo en entredicho el comportamiento anómalo de la comunidad académica respecto a las incuestionables evidencias que sostienen dicho vínculo.

Otros estudios (v. g. Fokkens 1997; Pilaar Birch y Wallduck 2011) no solo no han alcanzado ese hito con precisión, sino que ni siquiera han abordado científicamente la cuestión. De hecho, la arqueología académica actual sufre una profunda crisis existencial (v. g. Bintliff y Pearce 2011; Kristiansen 2014), de la que nunca saldrá si no deja de permanecer ciega ante el arrollador avance de la *arqueología de los fenómenos sociales*,

Recibido: 17-2-2023. Aceptado: 24-2-2023. Publicado: 3-3-2023.

cuyos logros y descubrimientos podrían salvarla de su absoluto fracaso en su vano propósito de convertirse en una ciencia verdadera siguiendo caminos equivocados que condujeron a callejones sin salida. Por el contrario, el nuevo enfoque impulsado por la *arqueonomía* está triunfando donde todos los demás fracasaron (v. g. Binford 1962, 1971; Chapman *et al.* 1981).

REVERSIBILIDAD SOCIAL

La ecuación de la reversibilidad (E) fue concebida y publicada recientemente (PIE 2019c: 81) a partir de la energía libre termodinámica:

$$E = \Delta D - R \cdot \Delta C \quad (1)$$

Incluye los siguientes parámetros: el incremento de la desigualdad social (ΔD), la riqueza relativa (R) que expresa el estado de la economía en el momento considerado y el incremento de la conflictividad social (ΔC).

La energía libre (E) que genera la sociedad en un momento o periodo temporal determinado indica si sus procesos son reversibles o irreversibles, es decir, controlables o incontrolables.

IRREVERSIBILIDAD SOCIAL Y CRISIS ECONÓMICAS

Cuando la energía libre que expresa la reversibilidad es negativa ($E < 0$), o sea, cuando el proceso social es irreversible, tiene lugar la crisis económica ($\Delta R < 0$). Es una observación empírica convertida en evidencia sistemática porque se cumple en todos los casos conocidos, tanto actuales como remotos en el tiempo. En consecuencia, es pertinente transformar esa regularidad en la *ley de la irreversibilidad social: cuando un proceso social, donde concurren diversos fenómenos, es irreversible, se produce una crisis económica.*

Por el contrario, cuando un proceso social es reversible, hay prosperidad económica (*ley de la reversibilidad social*). O bien, expresándolo mejor, *los procesos sociales irreversibles generan crisis económicas* y los procesos sociales reversibles producen bonanza o prosperidad económica (incremento de la riqueza acumulada que se amortiza en los ajueres de las tumbas, la cual es directamente proporcional al estado de la economía en el tiempo considerado). En consecuencia, como se acaba de demostrar, podemos convertir ambas regularidades en

dos leyes: una ley de la irreversibilidad social para las crisis económicas y otra de la reversibilidad social para las bonanzas económicas.

Otra observación empírica basada en el «comportamiento» de los datos de países actuales en las series temporales —tales como España, Irlanda, Alemania, Francia, Estados Unidos, Grecia, Portugal, Reino Unido o Italia— permite formular la siguiente «regla de oro»: mientras $E > 0$, aunque disminuya E ($\Delta E < 0$), no habrá crisis económica. En otros términos puramente lógicos, si $E > 0$, aunque $\Delta E < 0$, entonces no se produce la crisis económica. Es una *conditio sine qua non*. La clave radica en la política económica (el factor humano en la gestión de la economía) ejecutada en la sociedad de referencia. También se observa la regularidad de dicho fenómeno en algunas sociedades antiguas a través de su registro funerario, a pesar de la dificultad inherente al contexto estudiado (sobre todo la imposibilidad de estudiar series temporales anuales).

De hecho, la correlación directa entre ambas variables (E, ΔR) se detecta en todos los registros funerarios analizados hasta ahora (cf. PIE 2022b: 99-100), desde la civilización argárica de la Edad del Bronce en el suroeste de la península ibérica (Gatas, Lorca, Cerro de la Virgen, Cuesta del Negro, Cerro de la Encina, Caramoro I, Tabayá, Illeta dels Banyets) hasta Teotihuacan y la cuenca del río Balsas en la Mesoamérica prehispánica; incluyendo a fenicios (Tiro), griegos (Corinto, Ampurias), tartesios (Medellín), íberos (Mailhac, Bajo Ebro, Los Villares, Cástulo, Cabezo Lucero, Gil de Olid, Pozo Moro, El Cigarralejo, Cabecico del Tesoro, Coimbra del Barranco Ancho), celtíberos (La Yunta), galos (Vaugrignon), romanos (Ampurias, Marsella, Lyon, Tavaux, *Baelo Claudia*, *Pollentia*, Córdoba), zapotecas (Monte Albán) o mayas (Altar de Sacrificios, Uaxactún, Tikal, Barton Ramie, Altun Ha). Por tanto, estamos ante una regularidad universal con el rango de ley.

Ecuaciones

Hay varias ecuaciones, verificadas empíricamente, que relacionan ambas variables:

$$\Delta R = E/C_0 \quad (2)$$

Esta nos dice que el incremento o disminución de la actividad económica (ΔR), y por ende de la riqueza relativa de una sociedad en un momento dado, dependerá directamente de la reversibilidad (E) de dicho proceso e indirectamente de la conflictividad social del

momento anterior (C_0) al considerado; es decir, de si es reversible la actividad económica, lo cual viene a significar que esta puede ser bien o mal gestionada según las decisiones que tomen quienes la dirigen o controlan. En síntesis, cuanto mayor sea la reversibilidad del proceso económico en un momento dado y menor la conflictividad del momento anterior al considerado, mayor será el aumento de la actividad productiva y comercial (o la riqueza relativa acumulada) o, en otras palabras, más crecerá la economía. Es decir, la economía depende directamente de las decisiones que se tomen, o sea, de la gestión que se ejerza sobre la misma.

Esta nueva ecuación, que plasma perfectamente el enunciado de la ley de la irreversibilidad social, se deduce a partir de la expresión (1). Tomando esta última, la transformamos en $E = (D - D_0) - R(C - C_0)$. Recurriendo a la ecuación fundamental de la conflictividad social ($C = D/R$), despejamos $D = C \times R$ y lo sustituimos en la anterior expresión: $E = CR - C_0R_0 - CR + C_0R = C_0R - C_0R_0 = C_0(R - R_0) = C_0 \times \Delta R$. Es decir, $E = C_0 \times \Delta R$. Luego $\Delta R = E/C_0$.

Aplicando dicha ecuación a algunos países actuales (España, Grecia, Irlanda, Portugal, Estados Unidos de América) entre los años 2004 y 2018, en el marco de la Gran Recesión, se observa la destacada similitud existente en la evolución de ambos parámetros (ΔR y E). Se puede apreciar en las gráficas de la figura 1 cómo, en algunos casos, casi se superponen ambas curvas.

Además, existe otra expresión matemática, verificada empíricamente, que relaciona ambas variables y también ilustra esta cuestión:

$$iR = (E/D_0) + 1 \quad (3)$$

La cual nos dice que iR es directamente proporcional a E , es decir, la economía depende de las decisiones que se tomen, o sea, de la gestión que se ejerza sobre la misma; además, cuanto más baja sea la desigualdad del momento precedente al considerado (D_0), mayor será iR .¹ La anterior ecuación se deduce así: $\Delta R = R - R_0$ y $R = iR \times R_0$ porque $iR = R/R_0$, luego entonces $\Delta R = (iR \times R_0) - R_0 = R_0(iR - 1)$. Si tomamos la ecuación (2) y sustituimos en la misma ΔR , obtenemos: $R_0(iR - 1) = E/C_0$. Es decir, $iR = [E/(C_0R_0)] + 1$. Como $D_0 = C_0R_0$, entonces $iR = (E/D_0) + 1$.

Las figuras 2 y 3 muestran gráficamente, en algunos países actuales (España, Grecia, Irlanda, Portugal, Es-

tados Unidos de América), la gran similitud existente entre la variación temporal de la actividad económica (iR) y la energía libre que mide la reversibilidad o irreversibilidad de un proceso social (E). Los datos del ingreso nacional bruto per cápita (INB, que se corresponde con nuestra riqueza relativa R) y la población se tomaron del Banco Mundial (2019a, 2019b). Para estimar la desigualdad social en dichos países, se empleó el coeficiente de Gini, o sea, el índice expresado en porcentaje publicado por el Censo de los Estados Unidos de América (Semega *et al.* 2019: 35-36) y Eurostat (2019) para los estados europeos.

Observando gráficamente la misma tendencia de ambos parámetros (E , iR) en los casos analizados, se puede apreciar su utilidad predictiva.

Predictibilidad de las crisis económicas

Sobre la capacidad predictiva del parámetro social que mide la reversibilidad o irreversibilidad de un proceso social (E), se puede traer a colación el caso de los Estados Unidos de América como ejemplo para ilustrar esta cuestión; donde $\Delta E < 0$ en 2015 y 2016 (cf. PIE 2019c: 82, tabla 1), lo cual anunciaba una nueva crisis económica abortada en 2017 por la nueva política económica del polémico Donald Trump, pues en ese año $\Delta E > 0$ ($\Delta E > 1$).

De hecho, otro parámetro indicaba en 2016 (cf. PIE *ibidem*) que los Estados Unidos de América estuvieron al borde de un colapso económico ($K = 0.99$) y corrobora lo anterior. Esto no solo demuestra la «regla de oro» según la cual la crisis económica tiene lugar cuando $E < 0$, tal como dice la *ley de la irreversibilidad social*, sino que permite vislumbrar o deducir algo mucho más relevante: al margen de su endémica génesis en el seno del capitalismo actual, las crisis económicas se pueden predecir y evitar (o al menos amortiguar o paliar) si se toman decisiones acertadas en la gestión de la economía (política económica).

A mayor abundamiento, la irrupción de la crisis económica se hace inevitable cuando E tiende a 0 y $\Delta E < 0$, es decir, es negativo. Y esto no es todo. Aún podemos ir un poco más lejos. De hecho, resulta posible observar empíricamente, en el caso de los países actuales, que cuando E se aproxima a 0 en un momento anterior al considerado, está prediciendo el estallido de una crisis económica ($\Delta R < 0$). En otras palabras, para que se produzca la crisis, E debe tender claramente a 0 justo antes de que tenga lugar. Esta nueva regularidad se cumple cuando se trata de crisis económicas relevantes

¹ Donde $iR = R/R_0$, siendo R la riqueza relativa que refleja la actividad económica en el momento considerado y R_0 la del momento anterior.

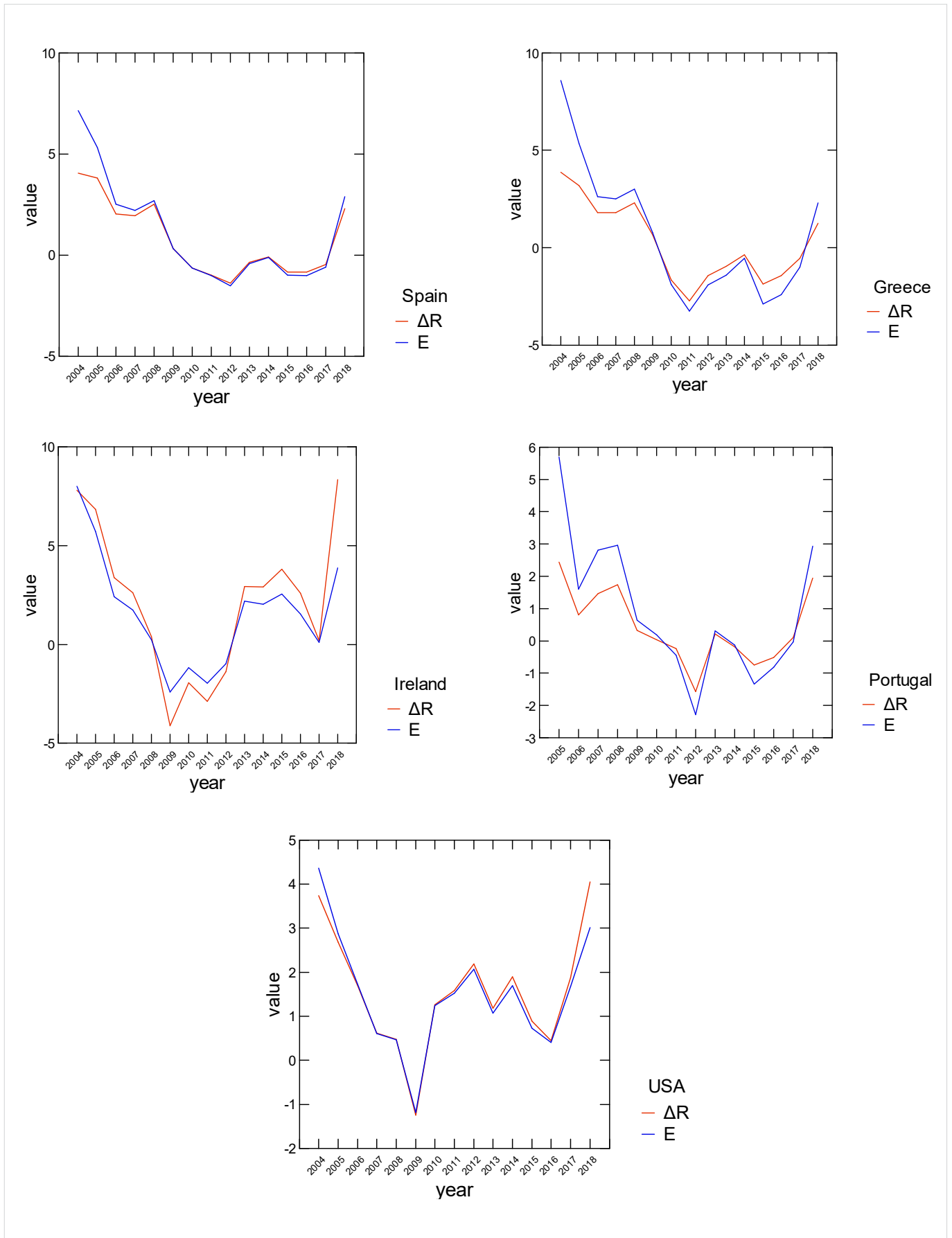


Figura 1. Representación gráfica mostrando la gran similitud existente en la evolución, entre los años 2004 y 2018, de dos parámetros en algunos países actuales (España, Grecia, Irlanda, Portugal y Estados Unidos de América): el incremento o decremento de la actividad económica (ΔR) y la energía libre que mide la reversibilidad o irreversibilidad de un proceso social (E).

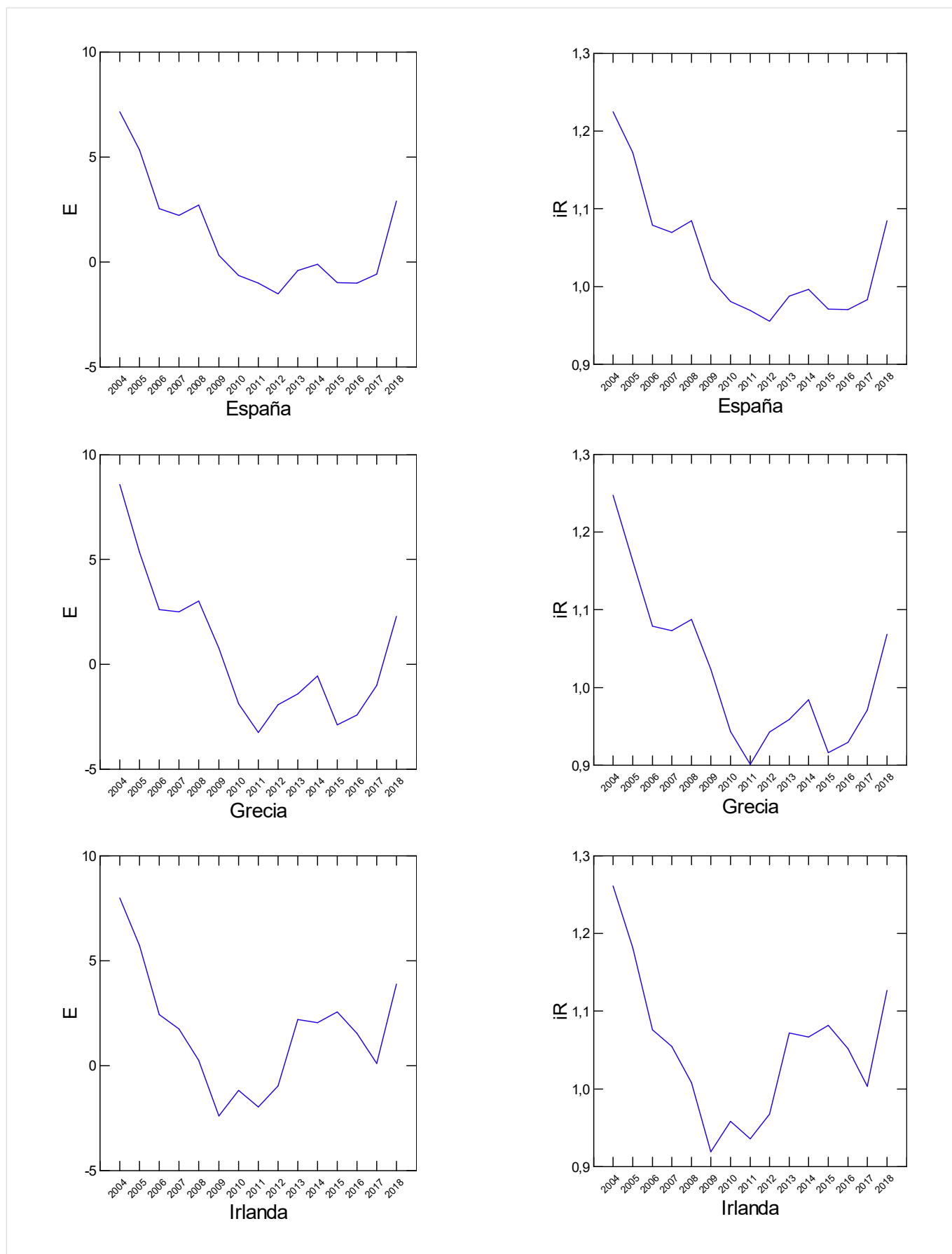


Figura 2. Representación gráfica mostrando la gran similitud existente en la evolución, entre los años 2004 y 2018, de dos parámetros en algunos países actuales (España, Grecia e Irlanda): la variación de la actividad económica (iR) y la energía libre que mide la reversibilidad o irreversibilidad de un proceso social (E).

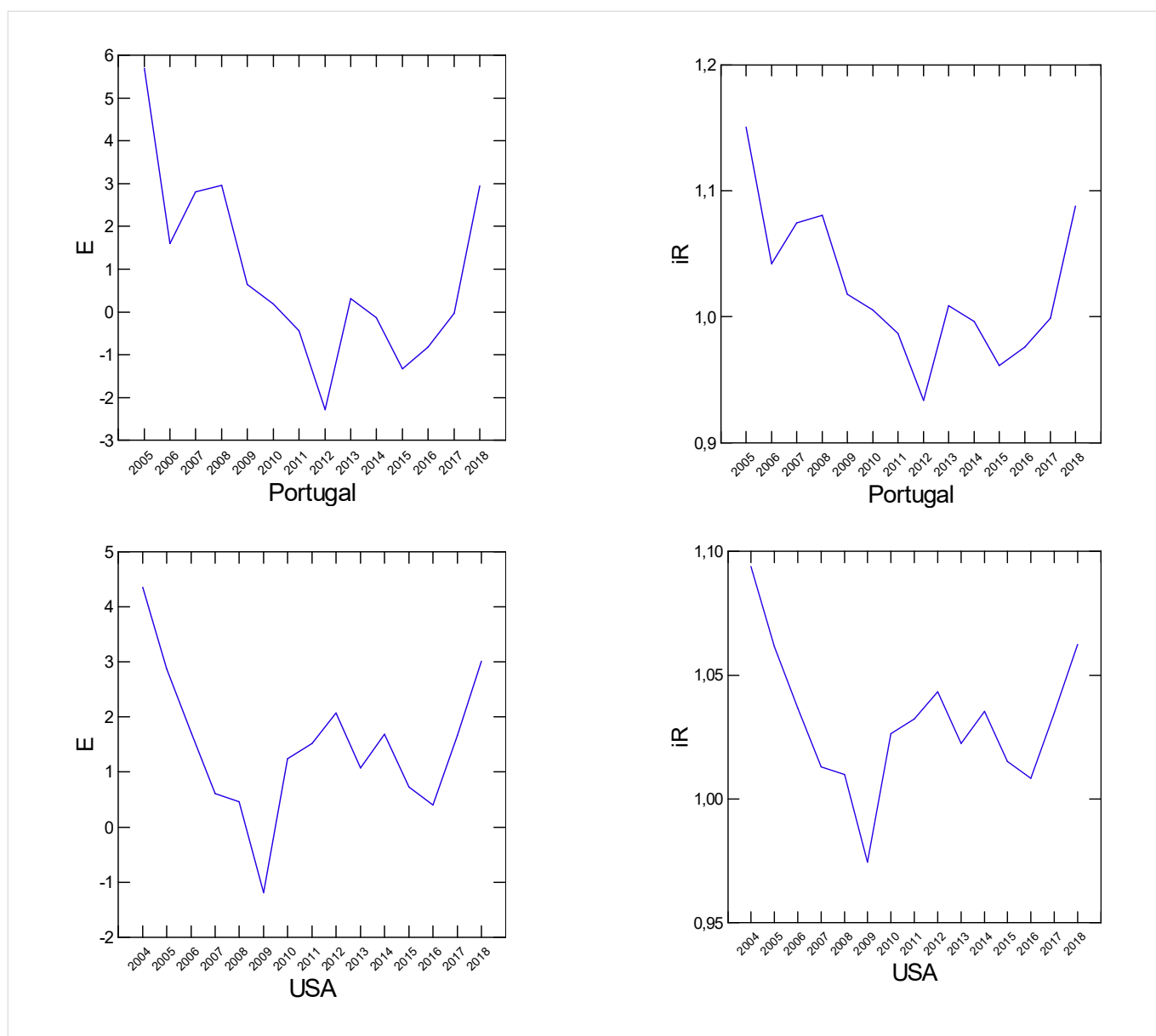


Figura 3. Representación gráfica mostrando la gran similitud existente en la evolución, entre los años 2004 y 2018, de dos parámetros en algunos países actuales (Portugal y Estados Unidos de América): la variación de la actividad económica (iR) y la energía libre que mide la reversibilidad o irreversibilidad de un proceso social (E).

que con frecuencia se prolongan en el tiempo durando varios años. No es el caso de un descenso puntual (anual) de la actividad económica que podría anunciar una recesión si perdurase. De todas formas, esto viene a demostrar que, si se saben tomar decisiones acertadas en un momento crítico que anuncia una recesión, se puede evitar el estallido de la crisis económica.

CONCLUSIONES

1. Gracias a la observación empírica de todos los casos hasta ahora investigados, se ha podido formular la

ley de la irreversibilidad social, según la cual, *cuando un proceso social es irreversible, se produce una crisis económica*. A la inversa, cuando un proceso social es reversible, hay bonanza o prosperidad económica (*ley de la reversibilidad social*).

2. Una consecuencia inevitable de dicha ley de la irreversibilidad social es que las endémicas crisis económicas del capitalismo actual se podrían predecir y evitar, o bien mitigar en gran medida, si se tomasen decisiones acertadas en la gestión de la economía y la política económica no estuviese sometida a la insaciable especulación y la injustificable usura que dominan este dañino sistema económico global.

3. Estas técnicas predictivas, aunque nacidas de la arqueología científica, muestran una aplicación más fructífera en el mundo actual debido a la disponibili-

dad de datos empíricos anuales, algo inviable hoy en día a través del registro material de sociedades antiguas por la imposibilidad de afinar tanto la cronología.²

REFERENCIAS

- BANCO MUNDIAL. 2019a. *INB per cápita, método Atlas (US\$ a precios actuales)*.³
- BANCO MUNDIAL. 2019b. *Población, total*.⁴
- BINFORD, L. R. 1962. Archaeology as Anthropology. *American Antiquity* 28, 2: 217-225.
- BINFORD, L. R. 1971. Mortuary Practices: Their Study and Their potential. En *Memoirs of the Society for American Archaeology* 25 = *Approaches to the Social Dimensions of Mortuary Practices*, pp. 6-29.
- BINTLIFF, J.; M. PEARCE, EDs. 2011. *The Death of Archaeological Theory?* Oxford/Oakville, Conn.: Oxbow Books/David Brown Book Company.
- CHAPMAN, R.; I. KINNES; K. RANDSBORG, EDs. 1981. *The Archaeology of Death*. Cambridge: Cambridge University Press.
- EUROSTAT. 2019. *Gini coefficient of equivalised disposable income – EU-SILC survey*. Statistical Office of the European Union. European Commission.
- FLORES, J. C.; P. IZQUIERDO-EGEA. 2018. Una comparación entre transiciones de fase y conflictos sociales aplicada a las antiguas civilizaciones mesoamericanas. *Arqueología Iberoamericana* 38: 50-54.
- FOKKENS, H. 1997. The genesis of urnfields: economic crisis or ideological change? *Antiquity* 71, 272: 360-373.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 1993. *Análisis funerario y reconstrucción histórica de las formaciones sociales ibéricas*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2017. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. Advances in Archaeology 3. Graus. <https://purl.org/aa/03>.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018a. Leslie A. White y la medición objetiva del cambio cultural de la humanidad. *Arqueología Iberoamericana* S2: 15-18.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018b. Implementando una ecuación estadística para medir el colapso en la antigua Mesoamérica. *Arqueología Iberoamericana* S2: 23-26.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018c. Una ecuación estadística para medir el riesgo de guerra en la Mesoamérica prehispánica. *Arqueología Iberoamericana* 39: 67-70.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2018d. Boltzmann y la conexión de la termodinámica con la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 40: 101-104.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019a. Midiendo el grado de desarrollo urbano a través del registro funerario. *Arqueología Iberoamericana* 42: 50-53.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019b. Sobre la ley fundamental de la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 43: 67-70.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2019c. Termodinámica y arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 44: 80-87.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020a. Sobre la ley de la conflictividad en la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 45: 29-34.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2020b. Nomothetic Archaeology: A Revolution in Progress. *Arqueología Iberoamericana* 45: 101-104.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2021. Sobre la ley del colapso de las civilizaciones según la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 48: 103-108.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2022a. La ley de la desigualdad social según la arqueología de los fenómenos sociales. *Arqueología Iberoamericana* 49: 117-120.
- IZQUIERDO-EGEA, P. [PIE]. 2022b. Sobre la mecánica del proceso de colapso de las civilizaciones. *Arqueología Iberoamericana* 50: 98-103.
- KRISTIANSEN, K. 2014. Towards a New Paradigm? The Third Science Revolution and its Possible Consequences in Archaeology. *Current Swedish Archaeology* 22, 1: 11-34.
- PERRINGS, C.; W. BROCK. 2009. Irreversibility in Economics. *Annual Review of Resource Economics* 1: 219-238.
- PILAR BIRCH, S. E.; R. WALLDUCK, EDs. 2011. Archaeology and Economic Crises. *Archaeological Review from Cambridge* 26, 1: 160-170.
- SEMEGA, J.; M. KOLLAR; J. CREAMER; A. MOHANTY. 2019. *Income and Poverty in the United States: 2018*. Current Population Reports. United States Department of Commerce, U.S. Census Bureau.

² La arqueonomía analiza la irreversibilidad de la sociedad en su conjunto, no solo de la economía (v. g. Perrings y Brock 2009).

³ <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GNP.PCAP.CD>.

⁴ <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>.

REVIEW NOTE

HOW TO IMPROVE OUR WORLD

Cómo mejorar nuestro mundo

Pascual Izquierdo-Egea

Laboratory of Theoretical Archaeology & Archaeonomy (Laboratorio de Arqueología Teórica y Arqueonomía), Zaragoza, Spain (✉ arqueologia@laiesken.net)

ABSTRACT. *A better world is possible by solving the major problems that threaten the existence of humanity: intensive pollution, climate change accelerated by global warming, exponential population growth, and a tremendously unfair speculative economic system.*

KEYWORDS. *Improve our world; pollution; global warming; climate change; exponential population growth; economic system; spirituality.*

RESUMEN. *Un mundo mejor es posible si se resuelven los grandes problemas que amenazan la existencia de la humanidad: la contaminación intensiva, el cambio climático acelerado por el calentamiento global, el crecimiento exponencial de la población y un sistema económico especulativo tremendamente injusto.*

PALABRAS CLAVE. *Mejorar nuestro mundo; contaminación; calentamiento global; cambio climático; crecimiento exponencial de la población; sistema económico; espiritualidad.*

Introduction

A better world is possible. Men of science must be intelligent and should contribute to solving the ills that plague our world.

Evil lies behind all of them and the only way to fight it is with goodness. Today it is more important than ever to have an open mind and to free it from egoistic prejudices.

This brief contribution draws attention to the pressing problems that burden both the present and the future of humanity, proposing solutions that can be

implemented as long as the malicious powers that pull the strings do not prevent it.

Humanity must choose which path to follow: wickedness that leads to disaster or goodness that offers an opportunity to avoid it. This is not an ethical philosophy but an open reflection that should be considered by all people of good-will.

Major Problems Threatening Our World

Global warming (Zandalinas *et al.* 2021) caused mainly by mankind is accelerating all of us towards unfavorable climate change. Exponential population growth (Malthus 1798; Meadows *et al.* 2018) is also posing a serious threat. Both problems must be controlled and solved as soon as possible.

Time is pressing. Our future is in danger, and this planet cannot wait any longer. This planet is sick of our permanent aggressions. Nature must be respected, and the damage caused must be reversed. The current economic system of highly speculative capitalism (Marx 1873; Robinson 2014) must be transformed to make it possible.

Global warming is accelerating climate change. We know that it is a complex problem involving various factors such as solar activity and volcanic eruptions among others, but mankind seems to be the main cause of this dangerous process that is becoming irreversible.

Nature has been exploited by mankind without any respect, generating enormous land and sea pollution that has contributed decisively to global warming. Humans have appropriated their natural environment to destroy or alter it. What right do we have as an animal species to do so? And the most advanced civiliza-

Received: 20-10-2023. Accepted: 27-10-2023. Published: 3-11-2023.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea [P. I. Egea]. English proofreading by Jean-Paul Rojas.

Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <https://n2t.net/ark:/49934/315>. <https://purl.org/aia/5214>.

tions have subjugated, enslaved, or exterminated other less-developed societies. In the same way, we have ended the existence of countless innocent living beings using our supposed superiority as justification. This model of civilization is unviable. We are reaching a dead end. We cannot go on like this.

Exponential population growth is a demographic bomb that will soon explode. There will be no resources to sustain it and the current economic system will not be able to assimilate such a large population. If this is not done, poverty, misery, violence, and conflicts will inevitably grow to unsuspected limits. In order to solve this serious problem, birth control must be introduced, especially in the most densely populated countries.

Human beings can choose between good and evil. The vast majority prefer the second option because it is the easier one. This world is not what it seems. It really hides the real hell with a deceptive appearance, even paradisiacal in some places.

Those who choose the first option, that is, good, will encounter all sorts of obstacles in their lives. That is the hardest and most painful path that only a few follow to the end. However, those who succeed obtain the only true prize that our existence in this world grants: the liberation of our soul and infinite knowledge forever.

It may seem like a small thing, but it is the greatest treasure that this life offers us, even if it costs so much to obtain it.

Choosing evil gives you power and wealth, but you completely misunderstand the meaning of your life. You lose the opportunity to save your soul, which will never be free in the afterlife.

The tremendous advance of technology is not only conditioning our freedom of thought but is making it

easier than ever for evil to manipulate and control us. We must take this into account in order not to fall into this trap.

Conclusion: Improving Our World

A peaceful revolution must be launched against the evil that dominates this world. This evil is the cause of all the serious human problems that plague our world.

The current society generated by the dominant economic system is profoundly unequal and unjust. It is impossible to move toward a just society unless we change the highly speculative capitalist economic system that controls our lives.

We must move towards an egalitarian society based on kindness that makes possible a much more just world where everyone can live in dignity. This is the only way to solve the serious problems that damage our planet and threaten the continuity of humanity.

Every good and wise person has a spiritual dimension. This makes it possible to fight against evil and improve our world. We may have lost many battles but not the war. There is still hope.

Please do not confuse spirituality with religion (Friedman & Friedman 2008). Traditionally, religion has been at the service of established power by manipulating spirituality to control people.

We live in critical times. It is time to act, to take action, and fight against the evil that plagues our world. If we do not do it now, we will not be able to save it.

To be continued. This is not the end. We will continue trying to improve this world by fighting against evil. This is the beginning of the end for those who have enslaved humanity and are destroying our planet.

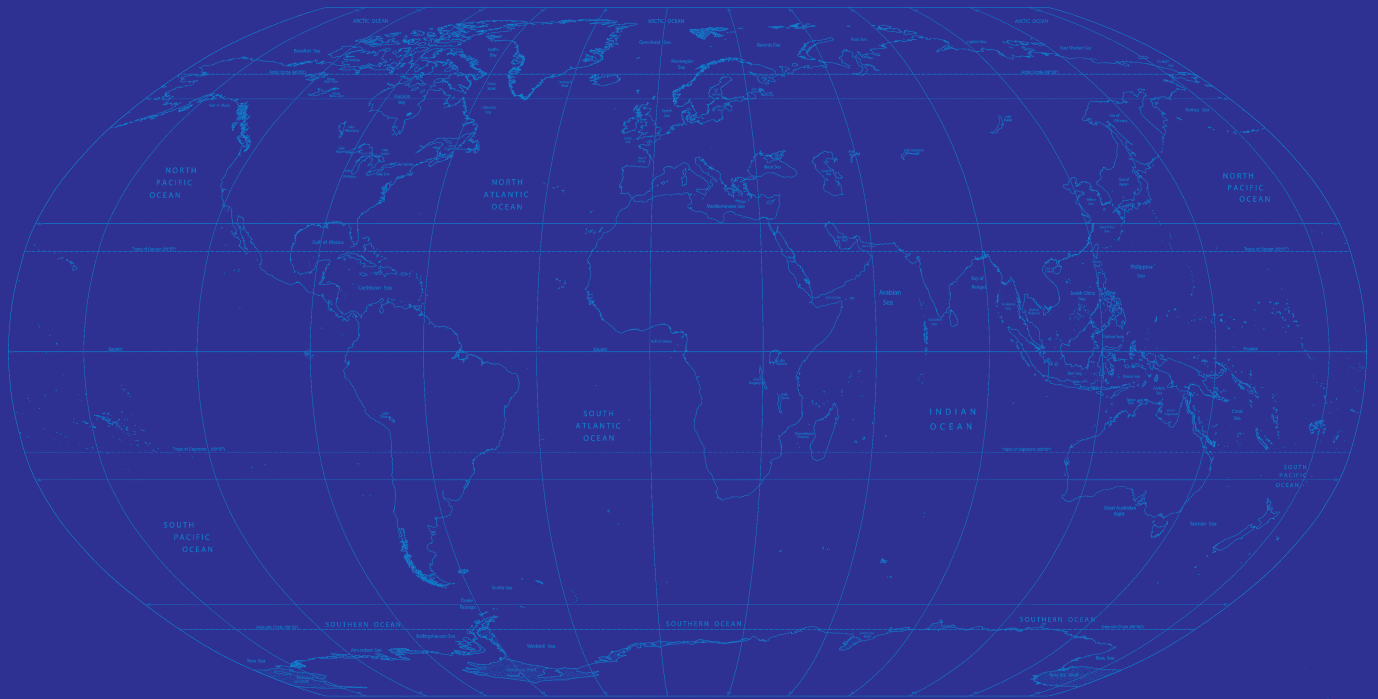
References

- FRIEDMAN, H.H.; L.W. FRIEDMAN. 2008. Can “Homo spiritualis” replace “Homo economicus” in the business curriculum? *e-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching* 2(2): 1–11.
- MALTHUS, T.R. 1798. *An Essay on the Principle of Population*. London.
- MARX, K. 1873. *Capital: A Critical Analysis of Capitalist Production*. New York: Humboldt.
- MEADOWS, D.H.; D.L. MEADOWS; J. RANDERS; W.W. BEHRENS. 2018. The limits to growth. In *Green Planet Blues: Critical Perspectives on Global Environmental Politics*, edited by K. Conca & G.D. Dabelko, pp. 25–29. New York: Routledge.
- ROBINSON, W.I. 2014. *Global Capitalism and the Crisis of Humanity*. New York: Cambridge University Press.
- ZANDALINAS, S.I.; F.B. FRITSCHI; R. MITTLER. 2021. Global warming, climate change, and environmental pollution: recipe for a multifactorial stress combination disaster. *Trends in Plant Science* 26(6): 588–599.

ACABOSE DE IMPRIMIR
LA SÉPTIMA EDICIÓN DE LA SERIE
MONOGRÁFICA «ADVANCES IN ARCHAEOLOGY»
(FUNDAMENTOS DE LA ARQUEOLOGÍA
DE LOS FENÓMENOS SOCIALES II)
EL DÍA 31 DE DICIEMBRE DEL AÑO 2023
EN EL LABORATORIO DE ARQUEOLOGÍA TEÓRICA,
PINA DE EBRO, ZARAGOZA, ARAGÓN, ESPAÑA,
COMUNIDAD IBEROAMERICANA DE NACIONES.

*«La maldad ha devorado este mundo.
Solo la bondad puede salvarlo.»
(P. I. Egea, 2022)*

Laboratory of Theoretical Archaeology & Archaeonomy
Research Chair in Archaeological Science



Sponsored by the journal

ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA

ISSN 2254-187X



9 772254 187004