

Aplicaciones arqueológicas del modelado basado en agentes, la simulación y el análisis desde la complejidad

Luis Javier Tostado Camarena
Diciembre 3, 2020.

Sociedades: sistemas complejos

- Sociedad humana no es un concepto que alude simplemente a un conjunto de personas. Las sociedades no pueden existir independientes a los individuos que las componen, pero tampoco se manifiestan como una simple sumatoria de ellos. El carácter de las sociedades se fundamenta en las interacciones entre los miembros que la componen, por lo que más que diferenciarse por la densidad de individuos, probablemente el valor más interesante para caracterizar a las sociedades tiene que ver con la sofisticación de tales interacciones.
- Organización y transición de fase.



Características de la complejidad social

- Autoorganización, especialización y jerarquía
- *Emergencia*
- *Atractores: fluctuación y criticalidad (Antifragilidad)*

La modelación y la simulación como métodos

- Máquina universal de Turing / Arquitectura de Neumann
- Autómata celular, J. Conway, C. Langton
- Vida artificial / Sociedades artificiales
- Modelación Basada en agentes / Programación orientada a objetos
- Teoría de agencia

SAAVCO

objetivos

- Analizar y comprender los mecanismos y variables que detonan los procesos de cambio en la organización de las sociedades arqueológicas.
- ¿Cuáles son la precondiciones de la vida aldeana?

Cambio sistémico en la organización de las sociedades arqueológicas

(Flannery, 1972)

Bandas-Tribus

Antecedentes

- Las propuestas respecto al porque se da tal cambio son diversas, el crecimiento poblacional (Kuij, 2000), la adaptación a las presiones (Byrd, 2005), y el origen de la agricultura (Flannery, 1972), la mayoría de estas propuestas son de carácter ecológico-funcionalista y entran en la categoría de los *primeros motores*. Flannery critica este tipo de postulados y propone que **en varios contextos los grupos no se ven en una necesidad real de adoptar tecnologías o crecer demográficamente por lo que la explicación puede estar dada por una función de las relaciones sociales en conjunto con los estímulos ambientales y tecnológicos.**

Área de estudio



Fuente: Oaxaca (14 Q 754000.60 m E 1875651.44 m N) "Escala indeterminada" © Google Maps.

8000 a. C. Fin el periodo glacial - 5 000 a. C. Primeras aldeas

Antecedentes

Marcus, Flannery, Reynolds (1972, 1975, 1986, 2001)

- a) Un cambio ambiental en el que la caza dejó de ser tan productiva y fue parcialmente desplazada por nuevos productos vegetales que cobraron importancia
- b) Un cambio tecnológico con el que se pudieron aprovechar plantas que antes se descartaban, junto con mejores mecanismos de almacenamiento y preservación de alimentos, además de la calendarización y sistematización de las cacerías y cosechas
- c) Una intencionalidad de los grupos por reunirse más allá de la eficiencia ecológico-funcionalista, predominó la ritualidad, el intercambio y los mecanismos para reforzar los lazos sociales

Hipótesis e indicadores

- La forma y nivel de sociabilidad entre los grupos normadas influyó de forma importante en el origen de la vida sedentaria, por tanto se trataría de una precondition fundamental.
- Incremento en la densidad de la sociabilidad
- Secundarios: incremento demográfico, mejor ocupación del territorio, aprovechamiento de los recursos del entorno



Marco teórico

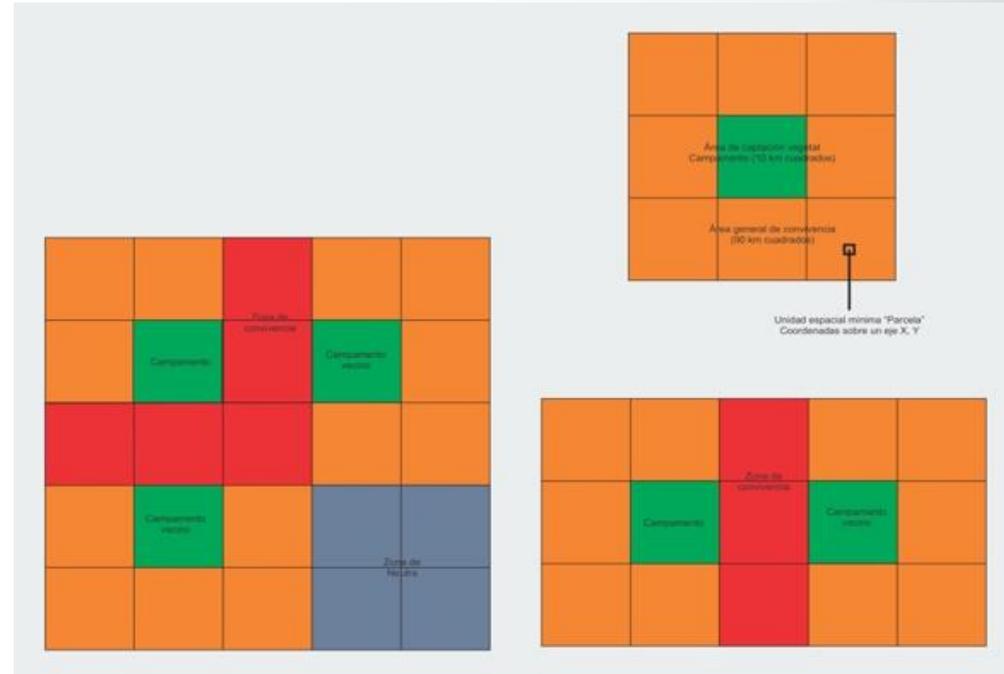
- Perspectiva sistémica: Entender a los grupos humanos y a su entorno como entidades sistémicas que se implican mutuamente
- Los estados de cada entidad se modifican en función del estado de las entidades con las que se relaciona
- Por tanto, el comportamiento global del sistema es producto emergente de la forma recursiva en la que se organizan los componentes

Tiempo

- Unidad mínima: mes
- Determina los ciclos climatológicos de largo plazo (tipo de año) y de corto plazo (estaciones del año)
- Determina los periodos de regeneración y deterioro ambiental
- Determina los periodos de migración de los grupos

Espacio

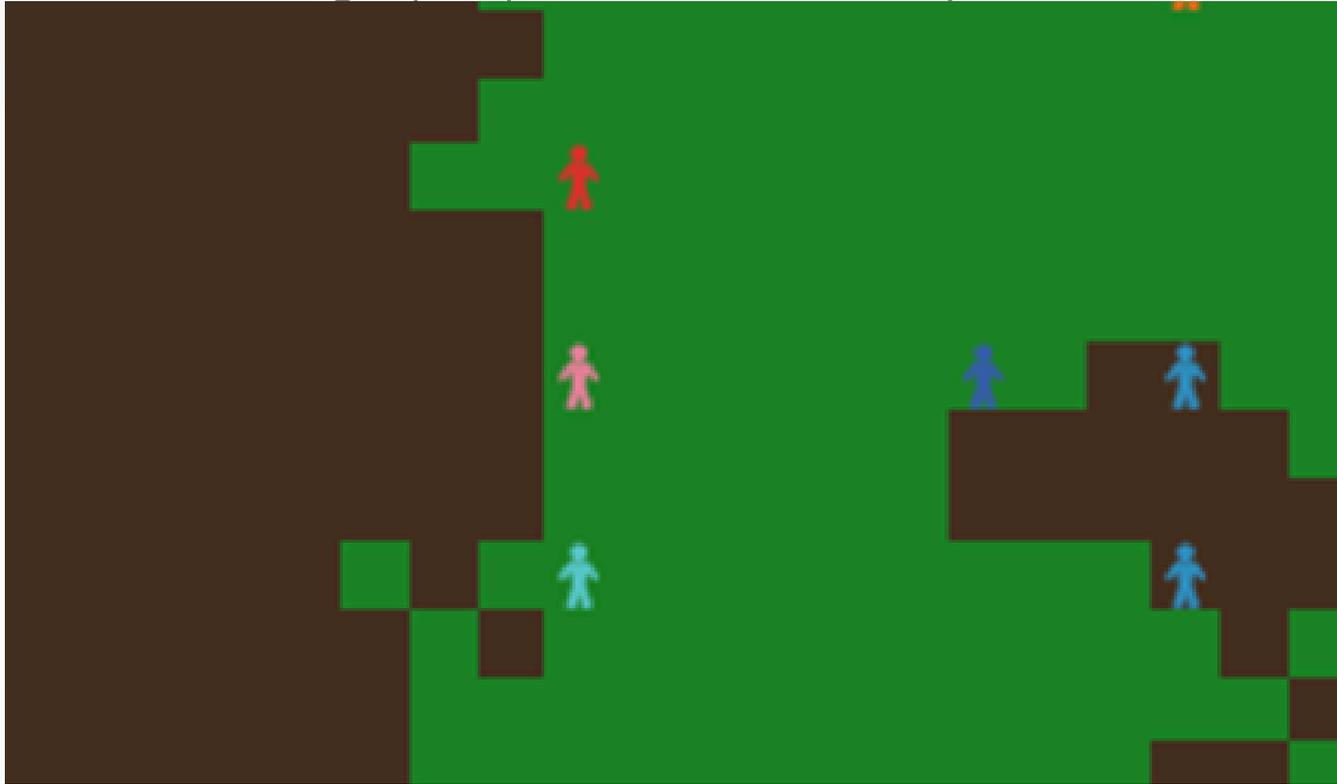
- Unidad mínima:
- Parcela (0.1 km²)



- Determina las unidades ambientales habitables (valles y montañas)
- Determina las unidades espaciales de hábitat y convivencia de los grupos

Individuos

- Unidad mínima: grupo (4 a 12 individuos)



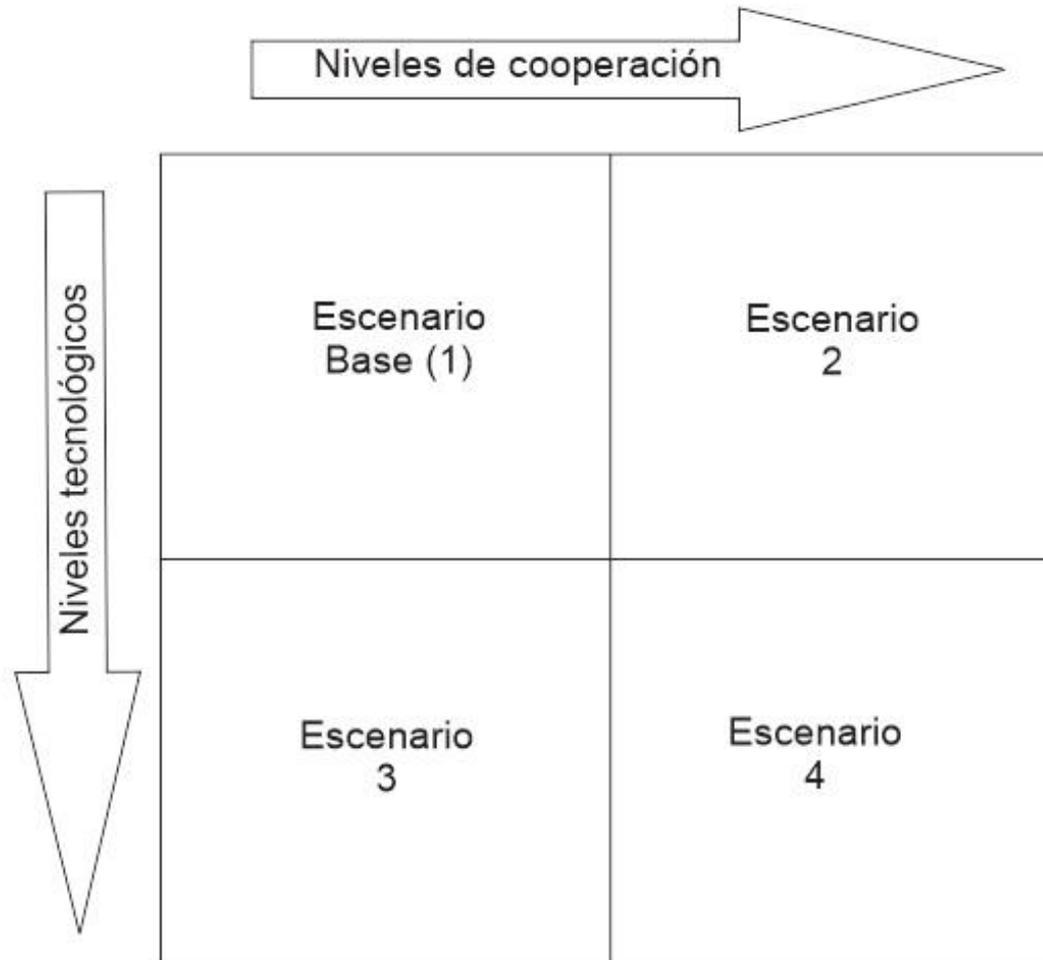
- Patrón de migración y subsistencia
- Población interna y reproductividad
- Mecanismo de convivencia fundado en la conjunción de la predisposición nativa y el historial de convivencia

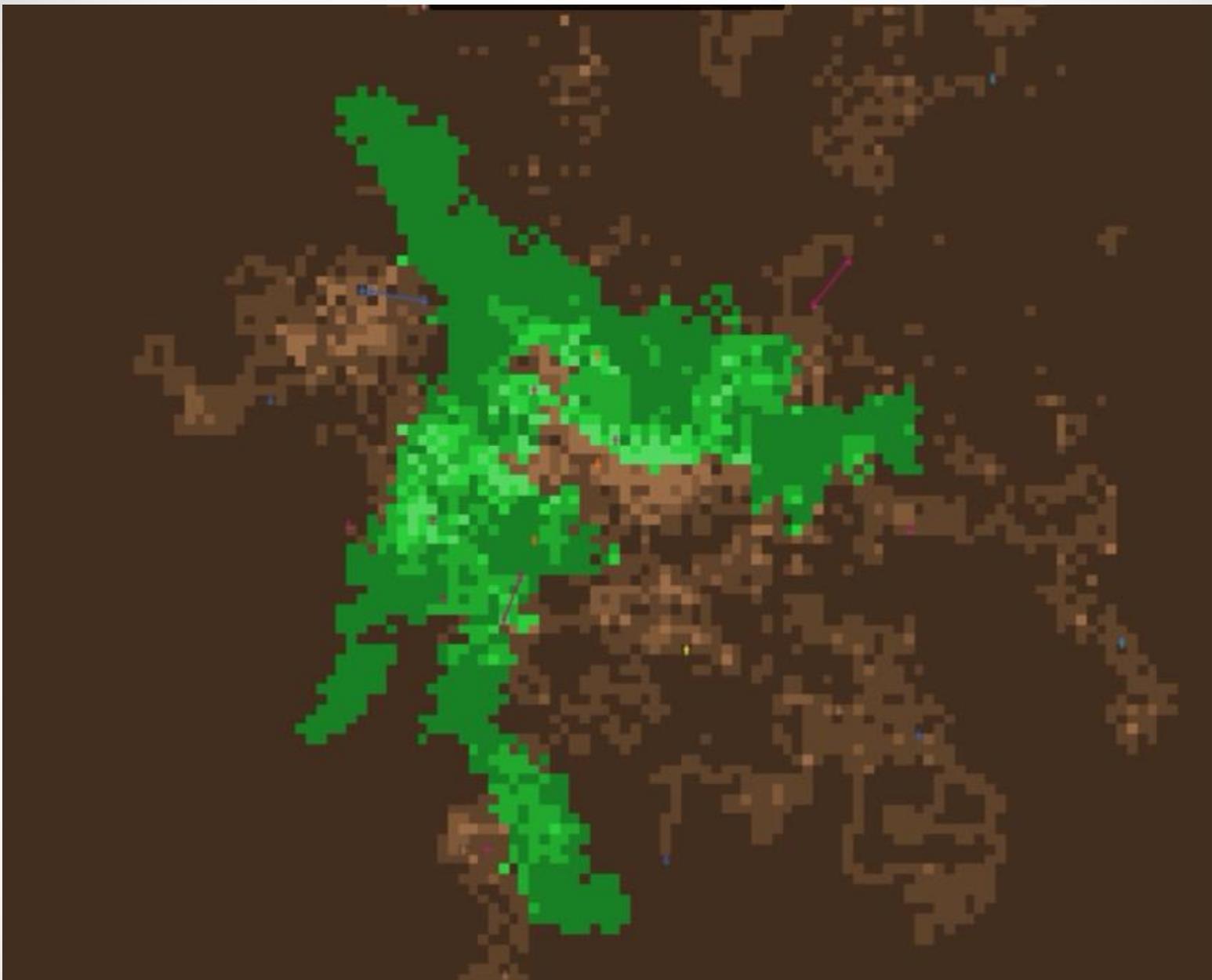
conectividad

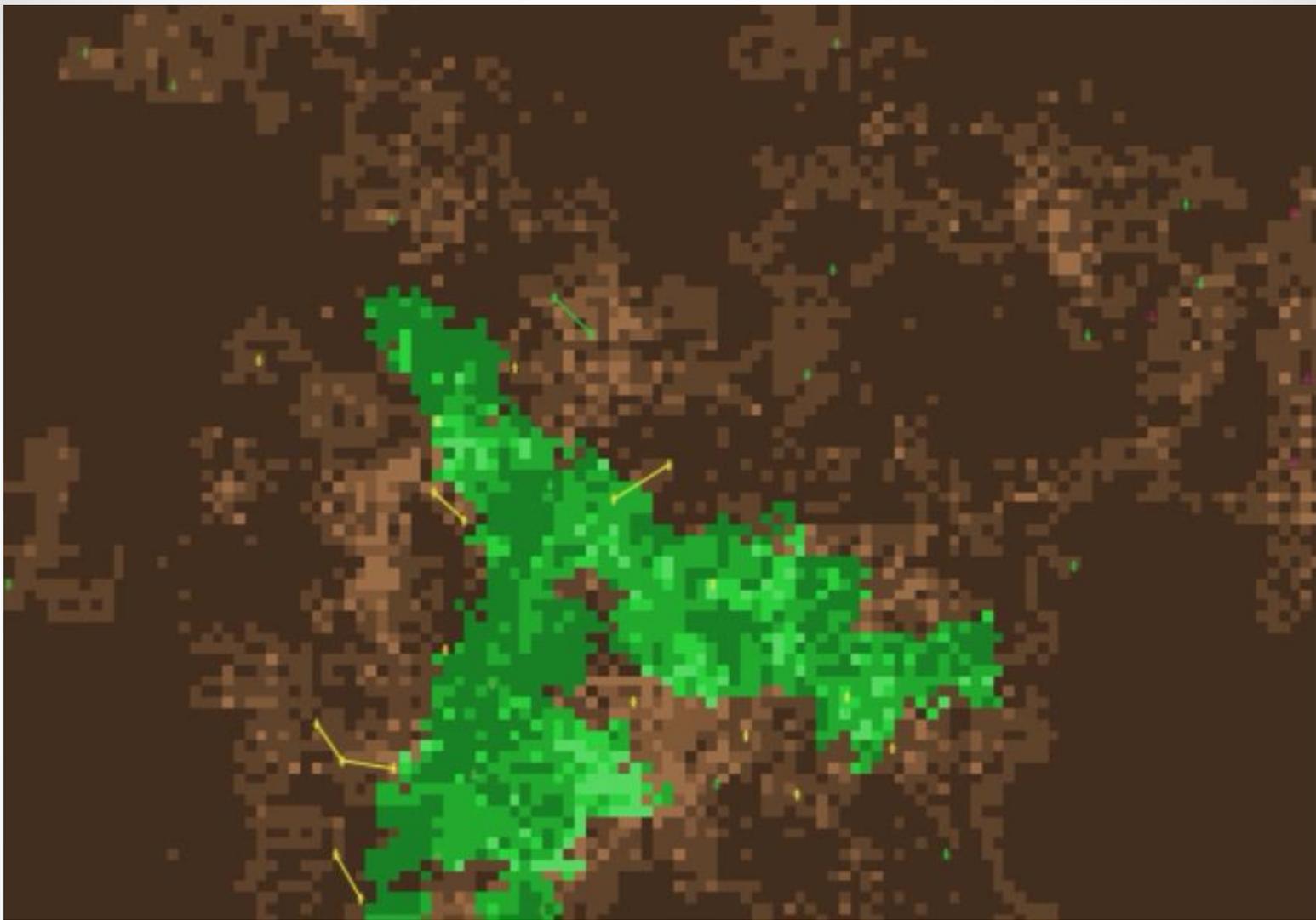
- Unidad mínima: Liga (vector)
- Determinan la existencia y tipo de relación que se da entre los grupos
- La densidades de las redes cooperativas es un indicador del nivel de sociabilidad en el ambiente



Escenarios



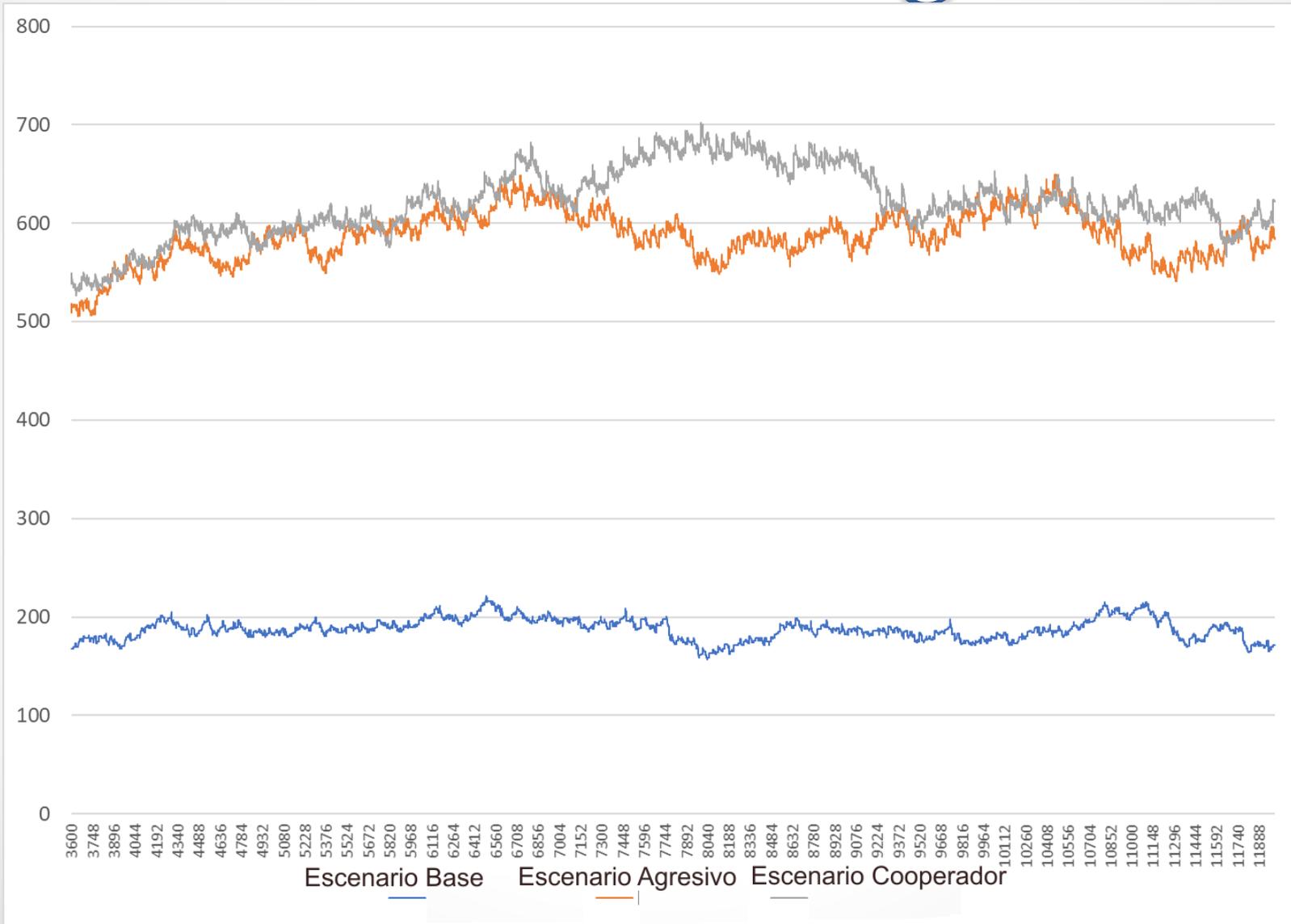


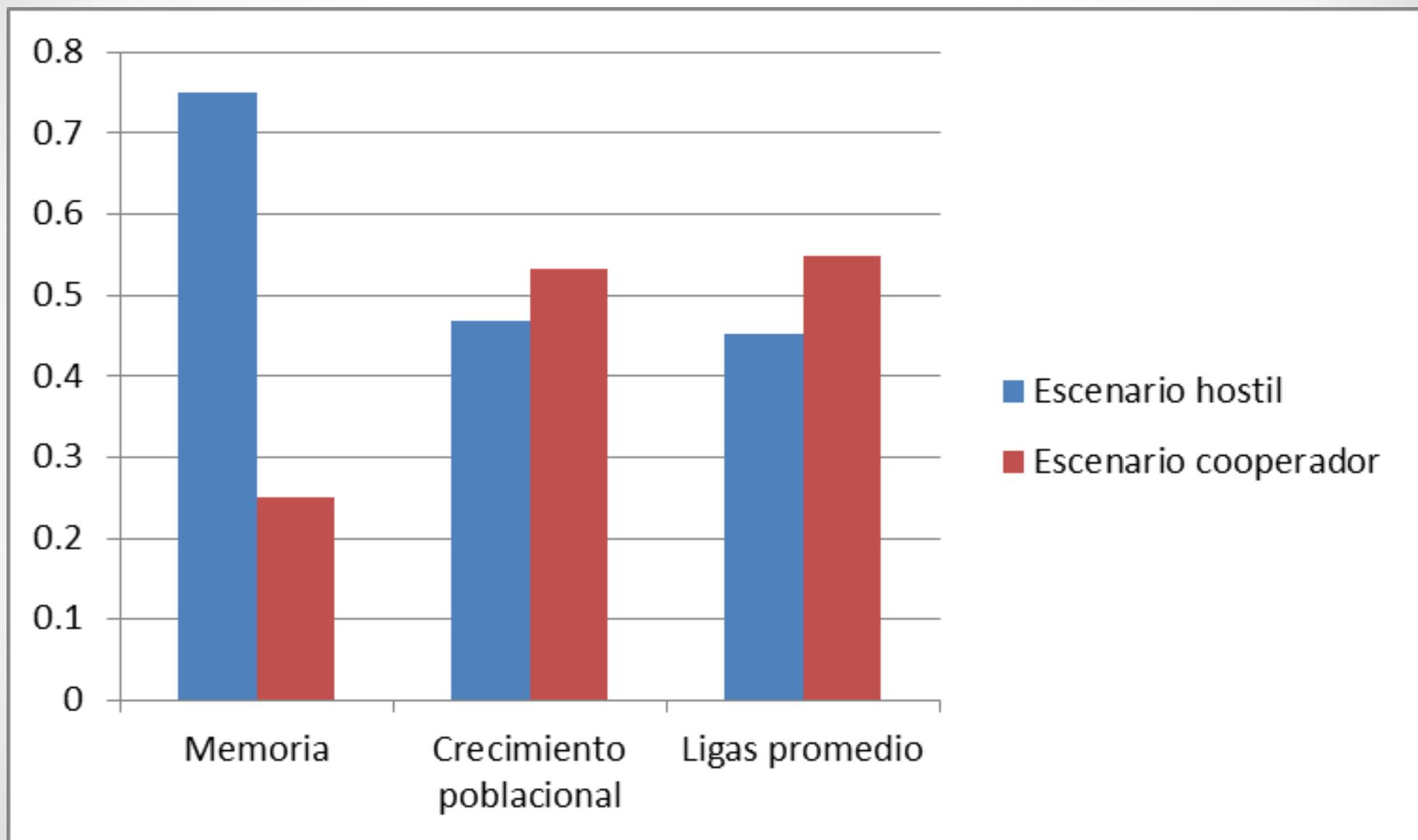


Resultados

	Escenario Base	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Deterioro ecológico %	3.07	3.38	13.66	13.9
Grupos iniciales	21	24	68	73
Grupos finales	22	27	76	82
Promedio de grupos por periodo	25	27	77	82
Distancia teórica entre grupos, inicial	81.6	76.4	45.5	43.9
Distancia teórica entre grupos, final	80.4	71.6	42.8	41.4
Población inicial	168	176	509	538
Población final	172	205	584	622
Promedio de población por periodo	187	202	587	621
Población por grupo inicial	8	7.3	7.5	7.4
Población por grupo final	7.9	7.5	7.7	7.6
Promedio de población por grupo	7.6	7.6	7.6	7.6
Ligas por grupo	0.121	0.112	0.366	0.413
Ligas promedio	3.06	3.07	28.72	34.23
Máximo número de ligas	14	14	74	86

Evolución demográfica





En síntesis, en el origen de la vida sedentaria intervienen las relaciones:

- a) Un cambio ambiental en el que la caza dejó de ser tan productiva y fue parcialmente desplazada por nuevos productos vegetales que cobraron importancia
- b) Un cambio tecnológico con el que se pudieron aprovechar plantas que antes se descartaban, junto con mejores mecanismos de almacenamiento y preservación de alimentos, además de la calendarización y sistematización de las cacerías y cosechas
- c) Una intencionalidad de los grupos por reunirse más allá de la eficiencia ecológico-funcionalista, predominó la ritualidad, el intercambio y los mecanismos para reforzar los lazos sociales

Bibliografía

- Axelrod, R. (1986). *La evolución de la cooperación. El dilema del prisionero y la teoría de juegos*. Madrid: Alianza.
- Axtell, R. L., Epstein, J. M., Dean, J. S., & Gumerman, G. j. (2002). Population growth and collapse in a multiagent model of the Kayenta Anasazi in Long House Valley. *PNAS*(99), 7275–7279.
- Barceló, J. A. (2010). Sociedades artificiales para el análisis de procesos sociales en la Prehistoria. *Cuadernos de prehistoria y arqueología de la Universidad de Granada*(20), 123-148.
- Barceló, J. A. (2018). Sociedades artificiales y simulación computacional arqueológica. *Desarrollo tecnológico al servicio del patrimonio cultural*. Centro Cultural de España en México.
- Bertalanffy, L. (1996). *Teoría general de sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Binford, L. (1962). Archeology as Antropology. *American Antiquity*, 28(2), 2017-225.
- Bunge, M. (2004). *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona: Gedisa.
- Bustamante Torres, J. (2017). El óptimo paretiano y los teoremas fundamentales del bienestar social: una revisión crítica. *Ensayos de Economía*, 51(27), 163-178.
- Byrd, B. F. (2005). Resseeing the Emergence of Village Life in the Near East. *Journal of Archeological Research*, 13(3), 231-290.
- Clarke, D. L. (1978). *Análisis Arqueológico*. New York: Columbia University Press.
- Clarke, D. L. (1984). *Arqueología analítica*. Barcelona: Bellaterra.
- de Bueno, A., Elías, M., Diánes, M., & Nuñez, J. (2004). Siete puentes, un camino: Königsberg. *Suma*, 45, 69-78.
- Diachenko, A., & Zubrow, E. (2015). Stabilization Points in Carrying Capacity: Population Growth and Migrations. *Journal of Neolithic Archaeology*, doi 10.12766/jna.2015.1, 1-15

- Dirección General de Cómputo de la UNAM (Ed.). (01 de 04 de 2012). *Sistemas complejos: Entrevista con el Dr. Gustavo Martínez Mekler*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de Revista Digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num4/art44/art44.pdf>

Doran, J. (1999). Prospects for Agent-Based Modelling in Archeology. *Archeologia e Calcolatori*(10), 33-44.

Flannery, K. V. (1972). Archeological systems theory and early Mesoamerica. En M. P. Leone, *Contemporary Archeology: a guide to theory and contributions* (págs. 222-234). Illinois: Carbondale: Southern Illinois University Press.

Flannery, K. V. (1973). The Origins of Agriculture. *Annual Review of Anthropology*, 2, 271-310.

Flannery, K. V. (1975). *La evolución cultural de las civilizaciones*. Barcelona: Anagrama.

Flannery, K. V. (1986). *Guilá Naquitz: Archaic foraging and early agriculture in Oaxaca, México*. Orlando: Academic.

Flannery, K. V. (1986). *Gula Naquitz: Archaic foraging and early agriculture in Oaxaca, México*. Orlando: Academic.

Galán Ordax, J., López Paredes, A., & del Olmo Martínez, R. (2004). Simulación de sociedades artificiales de agentes y autómatas celulares en Ingeniería de Organización: aplicación a la gestión del agua. *VIII Congreso de Ingeniería de Organización Ieganés*. Burgos: Universidad de Burgos.

Gándra, m. (1987). La simulación de la enseñanza de la metodología de las ciencias sociales: Una experiencia en la Escuela Nacional de Antropología e Historia. *Boletín de Antropología Americana*(15), 155-184.

García, J. J. (2005). Persona y contexto socio-histórico en María Zambrano. *Cuaderno de Pensamiento Español*(28), 7-114.

Gershenson, C. (2013). ¿Cómo hablar de complejidad? *Llengua, Societat i Comunicació*(11), 15-20.

Gershenson, C. (2013). *El Juego de la Vida ¿Qué tanta complejidad podemos obtener con reglas simples? De hecho, toda la que queramos...* Recuperado el 17 de 06 de 2019, de Investigación y ciencia: <https://www.investigacionyciencia.es>

Gershenson, C. (2014). *!Emergencia, emergencia!* Recuperado el 17 de 06 de 2019, de Investigación y ciencia: <https://www.investigacionyciencia.es/>

Gómez Soto, J. (2000). *Comportamiento Colectivo no-Trivial en Autómatas Celulares*. México: CINESTAV IPN. Tesis de Maestría.

- Guruprasad, S., & Gómez Aíza, R. (2014). Modelos dinámicos de poblaciones simples y de sistemas depredador-presa. *Miscelanea Matemática*(58), 77-110.
- Hofstadter, D. R. (1979). *Gödel, Escher, Bach: Una eterna trenza dorada*. México: CONACYT.
- Holm, E. (2019). In defense of the black box: Black box algorithms can be useful in science and engineering. *Science*, 364, 26-27.
- Kohler, T., Gumerman, G., & Reynolds, R. (2005). Simulating Ancient Societies: Computer modeling is helping unravel the archaeological mysteries of the American Southwest. *Scientific American*, 293(1), 76-84.
- Kuij, I. (2000). People and Space in Early Agricultural Villages: Exploring Daily Lives, Community Size, and Architecture in the Late Pre-Pottery Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*, 19, 75-102.
- Langton, C. G. (1996). Artificial Life. En M. A. Boden, *The philosophy of artificial life* (págs. 39-94). Oxford: Oxford University Press.
- Lewin, R. (1996). *Complejidad: El caos como generador de orden*. Barcelona: Tusquets .
- López Salinas, A. (2011). *Introducción a la vida atificial y autómatas celulares*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de International Center of Unconventional Computing:
http://uncomp.uwe.ac.uk/genaro/Papers/Veranos_McIntosh_files/vida_artificial_Mriam.pdf
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic non periodic flow. *Journal of Atmospheric Sciencie*, 130-141.
- Lowe, J. (1982). Simulations in archeology. (J. Sabloff, Ed.) *American Anthropologist*, 84, 724-726.
- Marcus, J., & Flannery, K. V. (2001). *La civilización Zapoteca. Cómo evolucionó la sociedad urbana en el valle de Oaxaca*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Morones Ibarra, J. (2004). La evolución de los conceptos de espacio y tiempo. *Ingenierías*, VII(22), 55-63.
- O'Sullivan, D., & Haklay, M. (2000). TAgent-based models and individualism: is the world agent-based? *Environment an Planning A: Economy and Space*, 32(8), 1409-14025.
- Renfrew, C., & Bahn, P. (2008). *Arqueología. Conceptos clave*. Madrid: Añal

- Reynolds, R. G. (1986). An adaptative Computer Model for the Evolution of Plant Collecting an Early Agriculture in the Eastern Valley of Oaxaca. En K. V. Fannery, *Gulá Naquitz . Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca México* (págs. 439-498). Orlando: Academic Press.

Reynolds, R. G., Ali, M., & Jayyousi, T. (2008). Mining the Social Fabric of Archaic Urban Centerswith Cultural Algorithms. *EEE Computer Society*, 64-72.

Reynoso, C. (2003). *Paradigmas de modelización en antropología* . Recuperado el 17 de 06 de 2019, de carlosreynoso.com.ar:
<http://carlosreynoso.com.ar/archivos/carlos-reynoso-paradigmas-demodelizacion-en-antropologia.pdf>

Reynoso, C. (2006). *Complejidad y el Caos: Una exploración antropológica*. Recuperado el 17 de 06 de 2019, de carlosreynoso.com.ar:
<http://carlosreynoso.com.ar/archivos/libros/Reynoso-Complejidad-yCaos.pdf>

Sabloff, J. (2008). Arqueología procesual. En C. Renfrew, & P. Bahn, *Arqueología; Conceptos clave* (págs. 116-123). Madrid: Ediciones Akal.

Schelling, T. C. (1971). Dynamic model of segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, 1, 143-168.

Siles González , I. (2007). Cibernética y sociedad de la información: el retorno de un sueño eterno. *Signo y Pensamiento*, XXVI(50), 84-99.

Smith, A. (2011). *La riqueza de las naciones*. México: Fondo de Cultura Economica.

Taleb, N. (2013). *Antifrágil: las cosas que se benefician del desorden*. México: Paidós.

Turing, A. M. (1997). Computer Machine and intelligence. En J. Haugeland, *Mind Design II* (págs. 29-56). Cambridge: MIT Press.

von Neumann, J. (1999). *El ordenado y el cerebro*. Barcelona: Antoni Bosch.

Wilson, J. Q., & Kelling, G. L. (2008). Ventanas rotas, la policía y la seguridad vecinal. En I. Urbina Gimeno, & J. Ponce, *Convivencia ciudadana, seguridad pública y urbanismo. Diez textos fundamentales del panorama internacional* (págs. 307-325). España: Fundación Democracia y Gobierno Local.