

Fractales, algoritmos y modelos – Teorías y herramientas de la complejidad en ciencias sociales

Propuesta de Seminario de Grado/Posgrado

Carlos Reynoso
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
billyreyno@hotmail.com

Justificación, objetivos y metodología

Las teorías de la complejidad comprenden por un lado un conjunto de formulaciones teóricas de amplio rango y por el otro un conjunto de algoritmos y heurísticas de propósito más puntual pero de alcance transdisciplinar. Existen ya algunos antecedentes del uso de estos últimos en ciencias sociales, pero se trata muy claramente de una práctica emergente, todavía no consolidada y en ocasiones mal comprendida. Las teorías y algoritmos de la complejidad son sin duda importantes para las ciencias sociales por las profundas implicancias de ideas tales como la extrema sensibilidad de los sistemas complejos a las condiciones iniciales (que inhibe la predicción aún en escenarios deterministas), la emergencia de complejidad en sistemas con muy pocas variables, las conductas peculiares de los fenómenos emergentes, la auto-organización, la naturaleza transdisciplinaria de las ideas.

Partiendo de esta premisa, el propósito de este seminario será comunicar a los asistentes una visión epistemológica bien definida y un conocimiento instrumental que les permita modelar problemas acotados de antropología sociocultural (o de otras ciencias sociales, o de arqueología) utilizando piezas de software de uso académico regular en los centros de investigación especializados, o de manera conceptual. Aún cuando el alumno escoja no realizar una experiencia basada en la tecnología, se proporcionarán los elementos de juicio para una comprensión acabada de las cuestiones involucradas en la problemática de la complejidad y en la metodología del modelado. No se requieren conocimientos especiales de computación, más allá de la práctica común en los usuarios de procesadores de texto o planillas de cálculo.

A tal fin se revisarán en las clases impares los fundamentos teóricos de cada formalismo y se llevarán a la práctica en las clases pares, de manera participativa, diversos problemas de aplicación utilizando el software de dominio público que se distribuirá a tal efecto. También habrán de distribuirse diversos soportes binarios conteniendo la documentación esencial de las ciencias de la complejidad y el caos. A diferencia de lo que es el caso en las formulaciones discursivas (Morin, investigación social de segundo orden, autopoiesis) no se pondrá énfasis aquí en las heurísticas negativas y en la exclusión de formas de trabajo científico presuntamente simplistas, sino que se impulsarán sobre todo las propuestas con capacidad efectiva de resolución de problemas.

Al final del seminario, el asistente deberá escoger una línea de problemas y/o una herramienta de modelado para profundizar en ellas en su trabajo final. Se pretende que éste sea

conciso y focalizado en el problema, prescindiendo en lo posible de los habituales desarrollos pedagógicos que acompañan al uso de herramientas. Interesa definir no sólo qué es lo que puede hacerse con estas herramientas, sino cuáles son las contrariedades y las dificultades con que los estudiosos de la ciencias sociales se encuentran en el tratamiento de estas temáticas.

Alternativamente, el asistente que no opte por el uso de tecnología, podrá discutir las problemáticas teóricas revisadas en las tres primeras unidades del programa, las cuales ofrecen suficiente sustancia para su elaboración. El docente propondrá lineamientos epistemológicos a enfatizar a título heurístico, pero el alumno podrá escoger otra clase de tratamiento, ya sea comparativo, de profundización en los lineamientos teóricos o de aplicación a un caso empírico.

Cualquiera sea la naturaleza de su elaboración final, los asistentes deberán entregar cada dos días un informe de una página de extensión que documente su propia comprensión de la problemática involucrada en cada marco teórico o formalismo, conforme a un eje de criterios y categorías que se comunicará durante el dictado de seminario.

La evaluación parcial tomará en cuenta los informes mencionados, así como la participación y la elaboración de desarrollos específicos. La evaluación final considerará ya sea los trabajos escritos o las elaboraciones tecnológicas realizadas. Éstas se evaluarán en términos de relevancia y pertinencia, a nivel de su especificación, y no por la calidad tecnológica de su implementación.

Dado que el enfoque es muy diverso y de carácter más participativo, y debido a que se han multiplicado los programas, los recursos bibliográficos y los desarrollos teórico-metodológicos, este seminario resultará de utilidad incluso a quienes hayan participado en cursos anteriores de antropología y complejidad que yo impartiera. Al menos cinco líneas de investigación compleja de gran importancia para las ciencias sociales alcanzaron madurez desde que se dictaran los seminarios anteriores: (1) las redes independientes de escala; (2) los gráficos de recurrencia para el tratamiento iconológico de series temporales; (3) los fenómenos auto-organizados de sincronización; (4) los métodos de control de caos; (5) los métodos representacionales para las heurísticas evolutivas. Numerosos textos esenciales se han escrito desde entonces (Barabási 2003; Peitgen, Jürgens y Saupe 2004; Watts 2004; Beekman y Baden 2005; Reynoso 2006; Rothlauf 2006).

Se alentará la escritura individual de los trabajos finales, aunque se admitirán desarrollos elaborados por dos asistentes si uno de ellos posee formación en matemáticas, computación o ciencias duras y el trabajo es claramente multidisciplinario. El régimen de asistencia, la escala y el tiempo de entrega de los trabajos se regirán por las normas habituales de la institución.

Carlos Reynoso

Profesor Titular Regular
Universidad de Buenos Aires

**Fractales, algoritmos y modelos – Teorías y Herramientas de la complejidad en
Ciencias Sociales
Programa - Unidades temáticas**

1. Introducción general. Tipología de modelos. Jerarquía de la complejidad de Chomsky. Transdisciplinariedad: isomorfismos y clases de universalidad. El significado de los emergentes y la auto-organización. Los límites de análisis. Pautas batesonianas: Procesamiento de información, evolución y aprendizaje. Tema de desarrollo metodológico: Cómo se sincroniza una estructura de problema con una clase de herramienta.
2. Introducción a las teorías de sistemas clásicas y sus aplicaciones en antropología sociocultural y arqueología. Cibernética, Teoría General de Sistemas, Teoría de catástrofes y Teoría de las estructuras disipativas. Determinismo y azar. Bateson, Rappaport, Maruyama, Renfrew, Luhmann y Adams.
3. Modelos discursivos de la complejidad. Balandier, Morin y Capra. Autopoiesis, enacción, investigación social de segundo orden y constructivismo radical. La concepción posmoderna de las ciencias del caos. Complejidad y cognición. Modelos simbólicos versus conexionismo. Tema de desarrollo metodológico: Posibilidades y problemas de los modelos discursivos en ciencias sociales.
4. Dinámica no lineal. Caos determinista. Criticalidad auto-organizada. Conceptos, herramientas y aplicaciones. Práctica de modelado con ecuación logística. Consecuencias epistemológicas de la sensibilidad a las condiciones iniciales. Determinismo y predicción.
5. Sistemas complejos adaptativos. Autómatas celulares, redes booleanas y modelos de agentes autónomos. Sociedades y culturas artificiales. Consecuencias epistemológicas, alcances y límites de los sistemas complejos. Clases de comportamiento y clases de universalidad. Modelos abstractos versus modelos realistas.
6. Modelos evolutivos. Memética y algoritmo genético. Epidemiología de las representaciones (Sperber). Modelado de problemas de gran espacio de fases. Límites formales de las meta-heurísticas: el teorema del *no free lunch*. Tratamiento comparativo de problemas y estrategias algorítmicas con JavaEvA. Reflexión metodológica: definición de problema y tratabilidad. Diez ejemplos antropológicos de problemas intratables o NP-completos.
7. Geometría fractal. Usos y abusos en el cálculo de la dimensión fractal. Distribución $1/f$ en la cultura. Criticalidad auto-organizada. Interpretación de atractores extraños en procesos sociales. Nuevas epistemologías visuales: gráficos de recurrencia aplicados a series temporales en antropología sociocultural y arqueología.
8. Redes sociales simples y complejas. Modelos tradicionales: escuela americana y escuela de Manchester. Teoría de grafos. Redes de Erdős-Renyi, pequeños mundos (WS) y redes independientes de escala. Taller sintético de uso de herramientas de modelado de redes, clásicas y complejas. Implicancias de la distribución independiente de escala en las estadísticas sociales.

Bibliografía

1. Introducción general

- Beekman, Christopher y William Baden. 2005. *Nonlinear models for archaeology and anthropology*. Burlington, Ashgate.
- Grupo Anthropokaos (Jorge Miceli, Diego Díaz, Sergio Guerrero, Damián Castro). 2006. *Estudios en Antropología Compleja*. Buenos Aires, Editorial SB (Selección).
- Peitgen, Heinz-Otto, Hartmut Jürgens y Dietmar Saupe. 2004. *Chaos and fractals: New frontiers of science*. Berlín, Springer.
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 25-40. (Básica)

2. Introducción a las teorías de sistemas

- Adams, Richard Newbold. 1983. *Energía y estructura. Una teoría del poder social*. México, Fondo de Cultura Económica. (selección)
- Adams, Richard Newbold. 2001. *El octavo día*. México, Universidad Autónoma Metropolitana (selección)
- Ashby, Ross. 1976. *Introducción a la cibernética*. Buenos Aires, Nueva Visión. (selección).
- Bateson, Gregory. 1981. *Espíritu, naturaleza y cultura*. Buenos Aires, Amorrortu. (completo)
- Bateson, Gregory. 1985 [1955]. *Pasos hacia una ecología de la mente*. Buenos Aires, Carlos Lohlé. (selección)
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 41-111. (Básica).
- Wiener, Norbert. 1985 [1948, rev. 1961]. *Cibernética, o el control y comunicación en animales y máquinas*, Barcelona, Tusquets. (selección)

3. Modelos discursivos de la complejidad

- Ibáñez, Jesús. 1990. *Nuevos avances en la investigación social. La investigación social de segundo orden*. Barcelona, Anthropos. (selección)
- Luhmann, Niklas. 1990. "Sistema y función", en *Sociedad y sistema: La ambición de la teoría*. Barcelona, Paidós. (Selección).
- Liotard, François. 1986. *La condición posmoderna*. 2ª edición, Madrid, Cátedra. (Selección)
- Maturana, Humberto y Francisco Varela. 2003. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. Buenos Aires, Lumen (Básica).
- Mier, Raymundo. 2002. "Complejidad: bosquejos para una antropología de la inestabilidad", en Rafael Pérez-Taylor (ed.), *Antropología y complejidad*. Barcelona, Gedisa, pp. 77-104.
- Morin Edgar. 1999 [1977]. *El método. I. La naturaleza de la naturaleza*. 5ª edición, Madrid, Cátedra.

- Morin, Edgar. 1998 [1980]. *El método. II. La vida de la vida*. 4ª edición, Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar. 1988 [1986]. *El método. III. Libro primero. El conocimiento del conocimiento*. Madrid, Cátedra.
- Morin, Edgar. 1996. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, Gedisa.
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 112-133, 144-160 y 174-192. (Básica)
- Watzlawick, Paul. 1994. *¿Es real la realidad? Confusión, desinformación, comunicación*. Barcelona, Herder. (Selección)
- Watzlawick, Paul y otros. 1988. *La realidad inventada*. Buenos Aires, Gedisa. (Selección)

4. Dinámica no lineal

- Bentley, Alexander y Herbert Marschner (editores). 2003. *Complex systems and archaeology: Empirical and theoretical applications*. Salt Lake City, University of Utah Press. (Traducción y selección de la cátedra)
- Byrne, David. 1998. *Complexity theory and the social sciences: An introduction*. Londres y Nueva York, Routledge. (Traducción y selección de la cátedra)
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 267-328. (Básica)

5. Sistemas complejos adaptativos

- Axelrod, Robert. 2004. *La complejidad de la cooperación. Modelos de cooperación y colaboración basados en los agentes*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica. (Básica)
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 193-244. (Básica)
- Segarra, José Gabriel. 2002. *Vida artificial. Del caos al orden*. Alzira, Algar Editorial. (Selección)

6. Modelos evolutivos

- Holland, John. 1992. "Genetic algorithms". *Scientific American*, julio, pp. 44-50. (Traducción de la cátedra)
- Rothlauf, Franz. 2006. *Representations for genetic and evolutionary algorithms*. Berlín, Springer.
- Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 245-266. (Básica)

7. Geometría fractal

- Eglash, Ron. 1997. "Bamana and divination: Recursion in ethnomathematics". *American Anthropologist*, vol. 99, n° 1, pp. 112-122. (Traducción de la cátedra – Selección).

Eglash, Ron. 1999. *African fractals. Modern computing and indigenous design*. New Brunswick, Rutgers University Press. (Traducción de la cátedra – Selección).

Mandelbrot, Benôit. 2003. *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona, Tusquets. (Selección)

Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, pp. 329-370. (Básica)

8. Redes sociales y complejas

Barabási, Albert-László. 2003. *Linked*. Nueva York, Plume (Traducción de la cátedra, selección).

Flament, Claude. 1977. *Redes de comunicación y estructuras de grupo*. Buenos Aires, Nueva Visión (Complementaria).

Reynoso, Carlos. 2006. *Complejidad y caos: Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB, passim. (Básica)

Watts, Duncan. 2004. *Six degrees. The science of a connected age* (Traducción y Selección de la cátedra)

Carlos Reynoso
Profesor Titular Regular
Universidad de Buenos Aires
billyr@microsoft.com.ar