

2007

ANALES DE ANTROPOLOGÍA

Volumen 41-1

ISSN 0185-1225



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES
ANTROPOLÓGICAS

Anales de antropología / Instituto de Investigaciones
Históricas. -- México : UNAM, Instituto de
Investigaciones Históricas, 1964-
v.
Anual
Fundador: Juan Comas
Vol. 1 (1964)-
Editor varía: Vol. 11 (1974)- , UNAM, Instituto de
Investigaciones Antropológicas
ISSN 0185-1225

I. Antropología – Publicaciones periódicas. I. Universidad
Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones
Históricas. II. Universidad Nacional Autónoma de México.
Instituto de Investigaciones Antropológicas.

301-scdd20

Biblioteca Nacional de México

Anales de Antropología, vol. 41-I, 2007, es editada por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F. ISSN: 0185-1225. Certificado de licitud de título (en trámite), Certificado de licitud de contenido (en trámite), reserva al título de Derechos de Autor 04-2002-111910213800-102.

Se terminó de imprimir en noviembre de 2008, en *Desarrollo Gráfico Editorial, S.A. de C.V.*, México, D.F. La edición consta de 500 ejemplares en papel cultural de 90g; responsable de la obra: Mario Castillo; la composición fue hecha por Martha Elba González en el IIA; en ella se emplearon tipos Tiasco y Futura de 8, 9, 11 y 12 puntos. La corrección de estilo estuvo a cargo de Adriana Incháustegi; la edición estuvo al cuidado de Ada Ligia Torres y Héliida De Sales. Diseño de portada: Martha González, bordado de la región de Cuetzalan, Puebla. Adquisición de ejemplares: librería del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F., tel. 5622-9654, e-mail: libroiia@servidor.unam.mx

ENTRE MODELOS Y DISCURSOS: COMPLEJIDAD Y ANTROPOLOGÍA

Oscar González Seguí
Centro de Estudios Antropológicos
El Colegio de Michoacán

Resumen: Se presenta un recuento de los estudios de sistemas complejos y de la circulación de ideas sobre complejidad en las últimas décadas en un entorno de competencia académica y comunicativa. El artículo presenta información sobre: 1. Sistemas complejos y estudios de complejidad; 2. Divulgación de ideas de complejidad: instituciones y grupos de investigación. 3. Antropología social y enfoques filosóficos basados en la complejidad. 4. Complejidad y antropología en México y América Latina.

Palabras clave: complejidad, sistemas complejos, antropología, epistemología.

Abstract: This paper is an account of ideas of complexity and complex systems studies in last decades, regarding an environment of academic and communicative competitions. It presents information on 1. Complex systems and complexity studies. 2. Diffusion of ideas on complexity, institutions and research groups. 3. Social anthropology and philosophical approaches based on complexity. 4. Complexity and anthropology in Mexico and Latin America.

Keywords: complexity, complex systems, anthropology, epistemology.

INTRODUCCIÓN

Las noticias sobre complejidad nos llegan de varias formas. Una se relaciona con física y matemáticas, con palabras como atractores y fractales. Otra menciona el orden que surge del caos y promete acercarnos a nuevas maneras de entender el mundo humano. El asunto es complicado, pero comenzamos a clasificar la inmensa cantidad de escritos académicos y de divulgación que hablan de complejidad. Este recuento provisorio es un intento de entrever distinciones en la producción de conocimiento y explicaciones alrededor de la complejidad.

SISTEMAS COMPLEJOS: BASES CIENTÍFICAS

El punto clave es la emergencia de organización en sistemas de diversas clases (embriones, sistemas inmunes, redes de computadoras, economías, sistemas nerviosos). Los estudios sobre sistemas complejos reúnen ideas y modelos desarrollados en diferentes áreas de conocimiento: matemáticas, física, fisicoquímica, biología, meteorología y otras ciencias durante más de medio siglo. Con esos aportes diversos, se ha constituido el campo transdisciplinario de los estudios de complejidad, cuyas teorías y modelos intentan explicar qué hay en común en procesos en los que surgen ordenamientos novedosos a partir de la interacción de elementos simples.

La base empírica de observación y fuente de modelos es inmensa. Siempre son entidades que provienen –evolución o historia de por medio– de componentes más sencillos formados en procesos observables. Material genético surgido de moléculas, aparición de organismos multicelulares, oscilaciones fisicoquímicas, sistemas inmunes, lenguajes, inteligencia, zonas cerebrales, y ordenamientos urbanos son ejemplos de la emergencia de sistemas complejos. También algunas configuraciones sociales, el conocimiento y todo tipo de procesos tecnológicos pueden ser ejemplo de sistemas en los que emergen nuevas estructuras y procesos a partir de la interacción de elementos preexistentes.

Las reflexiones sobre los cambios emergentes –de cantidad transformada en calidad, de suma de partes que resultan en un todo diferente– son muy antiguas. Sin embargo, sólo en el siglo XX se desarrollaron propuestas teóricas basadas en observación empírica y creación matemática sobre dinámicas no lineales y sistemas complejos. Los ejemplos más sencillos pueden ser las oscilaciones de sistemas físicos simples, como los relojes de péndulo que alcanzan siempre un estado estacionario y sirven de base para formular conceptos básicos, como el de atractor, que es un estado alcanzado por un sistema cuando algunas condiciones exteriores son estables. En sistemas mecánicos simples se pueden encontrar funciones matemáticas que representan el conjunto de valores del atractor (*cf.* Sametband, 1999). Otras ideas de base provienen de la conjunción de modelos matemáticos con observaciones y medidas realizadas por meteorólogos y biólogos de distintas especialidades (celulares, evolutivos, o ecólogos). El campo se amplía en las décadas recientes debido a la inmensa creatividad desplegada en el mundo informático. Hoy se proponen modelos complejos para entender, por ejemplo, propagación de epidemias, sistemas de tránsito, evolución de formas de diseño (Eglash, 1999, citado por Reynoso, 2006), cooperación cultural (Reynolds, 1999), funcionamiento de ciudades (Portugali, 1999) o sistemas bio-sociales históricos estudiados por arqueólogos (Gumerman y Gell-Mann, 1994).

PRIMEROS ESTUDIOS Y TEORÍAS

En la búsqueda de los primeros antecedentes, los matemáticos acreditan a Henri Poincaré el descubrimiento de sistemas no lineales (impredecibles) a principios del siglo XX. Benoit Mandelbrot, creador de la geometría fractal, ha llamado la atención sobre el trabajo de Poincaré y argumenta que los fenómenos no lineales, que aquél descubriera, son la fuente de cambio en la naturaleza (Mandelbrot, 1988).

Desde la década de 1930, von Bertalanffy introdujo la idea de equilibrios de flujo, que constituyen los planteamientos básicos sobre sistemas aunque sus trabajos sólo salieron a la luz después de la Segunda Guerra Mundial. Por la misma época, Alan Turing propuso un modelo formal sobre la manera en que la emergencia de flores podría estar condicionada desde las semillas y otros temas similares (Johnson, 2003). En los años cincuenta comenzó la ciencia cibernética (Wiener, 1948), que fue muy estimulante en varios campos, incluso para las ciencias sociales de la época, porque ponía a consideración modelos generales que servían para los sistemas físicos, biológicos y sociales. Desde entonces las explicaciones sistémicas se han multiplicado y, paralelamente, ha surgido una tensión entre teorías generales (siempre en construcción) con enfoques y modelos particulares. También hay producciones intelectuales diversas que corresponden a una variedad de instituciones, políticas, ideologías y mercados (Simon, 1962; Bunge, 1977; Wallerstein, 1996).

ESTUDIOS DE COMPLEJIDAD, INSTITUCIONES Y GRUPOS

Los debates sobre el estudio de emergencia de estructuras, sistemas complejos y sus modelos llevan pronto a discusiones epistemológicas y filosóficas. Sus estudiosos son diversos y muchas veces se ignoran entre sí. Nuestra revisión de bibliografía, aunque no exhaustiva, alcanza para registrar que están lejos de ser una comunidad de conocimiento. Los investigadores y sus instituciones están en fuerte competencia por la atención de públicos científicos y no científicos.

El Santa Fe Institute (SFI) de Nuevo México es el principal centro de investigación que sostiene la complejidad como campo científico y justifica su existencia a partir de especializarse en esa área (*cf.* Horgan, 1995). En ese instituto confluyen investigadores de varias ramas de las ciencias con un continuo reabastecimiento de visitantes y conferenciantes de todo el mundo. Entre las investigaciones desarrolladas en el SFI destacan las de sus exdirectores, Stuart Kauffman y John Holland, autores fundamentales de temas de complejidad.

El primero de ellos, Kauffman, es un biólogo que durante décadas estudió el surgimiento del orden molecular que lleva a la vida. Sus ideas sobre la aparición de la complejidad biológica están expuestas en dos libros: uno para especialistas (Kauffman, 1993) y otro de mayor divulgación (Kauffman, 1995). Su preocupación central ha sido comparar la inmensa cantidad de estructuras vivas con la probabilidad (físicoquímica) de su existencia como agregados moleculares, y demostrar que la emergencia de orden molecular prebiótico es muy probable. Las investigaciones enfocadas en los conjuntos moleculares autocatalizados han producido pruebas de su gran capacidad para replicarse. Ésta es la base para sostener que antes del surgimiento de material genético hubo una verdadera explosión de reproducción molecular (*idem*).

John Holland, por su parte, es un estudioso de la adaptación. Antes de 1980 había propuesto una serie de modelos matemáticos sobre adaptación en sistemas naturales. Con el uso de computadoras su propuesta se extendió a sistemas artificiales (Holland, 1992). En el SFI realizó avances en el plan general de la institución de ofrecer modelos relativamente simplificados para difundir la ciencia de la complejidad en ciernes. Su libro *Hidden Order* presenta de modo muy didáctico las principales características de los sistemas adaptativos complejos (CAS, por sus siglas en inglés) con el fin de divulgar los modelos CAS a una amplia masa de lectores empleando el mínimo de lenguaje matemático (Holland, 1995).

Estos sistemas adaptativos complejos toman como ejemplos el sistema nervioso central, los sistemas inmunes, las empresas de negocios, las especies biológicas y los ecosistemas. La adaptación puede estudiarse en todos esos sistemas, aunque los periodos que se observan varían de segundos a milenios. Los siete elementos básicos de los CAS son cuatro propiedades y tres mecanismos. Las propiedades: *agregación, no linealidad, flujos y diversidad*. Los mecanismos: *marcado, modelado interno, construcción por bloques* (Holland, 1995: cap. 1). En su etapa en el SFI, Holland desarrolló modelos computacionales que permiten simular sistemas adaptativos complejos, de modo que su funcionamiento sea coherente con el comportamiento de sistemas reales estudiados empíricamente. El modelo computacional propuesto se llama ECHO y el libro describe su desarrollo y posible aplicación (*ibidem*, caps. 3 y 4).

Aunque por razones de espacio no podemos extendernos en ejemplos, estos dos autores muestran una tendencia principal de los estudios de complejidad del SFI: parten de problemas enraizados en preguntas científicas, proponen modelos matemático-computacionales, y a partir de ellos tratan de volver a observaciones en sistemas reales (físicoquímicos, biológicos, etcétera).

En Europa, otros grupos de investigación e instituciones no mencionan la “complejidad”, pero intentan poner su marca sobre un área similar de objetos de estudio. La emergencia de estructuras ordenadas se ha estudiado en ciencias diversas.

La “escuela de Bruselas” se inició a partir de las investigaciones de Ilya Prigogine, quien obtuvo el Premio Nobel de química en 1972 por su trabajo sobre estructuras fisicoquímicas (Prigogine, 1955; Nicolis y Prigogine, 1977). Las estructuras disipativas investigadas por Prigogine y sus colaboradores son sistemas que tienden a estados estacionarios con mínima entropía. Su estudio tuvo mucho impacto en otras ciencias, especialmente en varias ramas de la biología (*cf.* Cereijido, 1978). Más allá de sus trabajos científicos, Prigogine sostuvo la propuesta filosófica del “orden a través del caos” (Prigogine y Stenger, 1984), que ha tenido buena audiencia en humanidades.

Otro intento europeo de búsqueda de síntesis científica sobre sistemas auto-ordenados fue desarrollado por Hermann Haken en Alemania con seguidores en otros países (mencionados como “escuela de Stuttgart”). La investigación inicial estuvo dedicada a la física de los rayos láser, pero luego el interés pasó a la búsqueda de una explicación general sobre la aparición de conductas cooperativas coherentes, fundando un campo de indagación al que ha llamado sinérgica. La propuesta abarca temas varios como el ordenamiento de rayos de luz coherente (láser), varios aspectos de evolución biológica, la cooperación en economía, o el funcionamiento del cerebro. Su rasgo común es que esos sistemas abiertos usan energía para crear autoorganización (Haken, 1986, 1993). El grupo de investigadores reunidos alrededor de este planteamiento teórico ha incursionado en otros campos como los estudios cognitivos (Haken y Stadler, 1990), y de desarrollo urbano: “ciudades que se auto-organizan” (Portugali, 1999).

También hay que mencionar aportes que se originan directamente en las matemáticas y ciencias de la computación. Stephen Wolfram es un científico y empresario (creador del software *Mathematica*, que en algún momento pasó por el SFI) quien trabaja en complejidad desde principios de los años ochenta. Ha creado los autómatas celulares, que son sistemas matemáticos que evolucionan paso a paso y pueden representar sistemas reales, lo que además puede seguirse gráficamente en pantalla. Para formularlos y justificarlos toma como referencia las turbulencias de fluidos o el crecimiento de tejidos, y plantea modelos que pueden funcionar en un nivel macroscópico. “Los autómatas celulares pueden considerarse idealizaciones discretas de las ecuaciones diferenciales parciales frecuentemente usadas para describir sistemas naturales” (Wolfram, 1994: 412). Es uno de los desarrollos computacionales que están a disposición de investigadores y aumentan la oferta de modelos y posibilidad de hacer simulaciones que antes estaban restringidas a profesionales del cómputo científico. Los autómatas celulares son un ejemplo de sistemas formales desarrollados para representar sistemas reales (Wolfram, 1984).

Otros desarrollos de la vertiente matemática son los nuevos modelos de redes. Recientemente, las teorías de redes han ofrecido una nueva comprensión a partir de estudios empíricos sobre internet y otras redes artificiales. Un tipo de modelos son las “redes libre de escala”, que se emplean también para predecir evolución en redes ecológicas, de lenguaje, sociales, económicas y tecnológicas (Barabási y Bonabeau, 2003; Solé *et al.*, 2003; Reynoso, 2006: 284-290).

Al comparar las distintas propuestas, queda la impresión de que Prigogine, Heylighen, Haken, Morin –europeos– están buscando propuestas epistemológicas totalizadoras y más o menos híbridas entre ciencias naturales y humanidades. En Estados Unidos, en cambio, los investigadores parecen más interesados por su aporte específico que por paradigmas nuevos o generales. Hacen divulgación de sus trabajos (Holland, 1995; Kauffman, 1995), pero la “tercera cultura” está a cargo de otros intelectuales (como los del sitio edge.org).

Los grupos e instituciones marcan sus diferencias. Cuando se revisan los trabajos europeos y norteamericanos, es notable que deliberadamente se ignoren: Haken no cita a Holland, y viceversa. En el SFI, que parece propietario de la marca “complejidad”, nadie menciona a Prigogine. Una revisión de bibliografía en clave antropológica sobre sistemas adaptativos complejos (Lansing, 2003) no lo presenta, e ignora a Haken y a otros europeos notables. Las ignorancias y exclusiones han de tener su explicación y el tema de la complejidad sirve entonces para reflexionar sobre algunas características de la producción científica en el tiempo presente.

PANORAMA DE CIENCIA, DIVULGACIÓN Y PUBLICIDAD GLOBAL

Los estudios sobre sistemas complejos parten de terreno científico firme y se difunden en publicaciones especializadas (*Complexity, Cybernetica, Simulation Modelling, Journal of Complexity, Computational Complexity*, etcétera). Sin embargo la difusión de los estudios de complejidad es resultado, sobre todo, de gran cantidad de libros y artículos de divulgación en los que se mezclan la comunicación de resultados con variadas ideas sobre ciencias y futuro (*cf.* Haken, 1986; Gleick, 1987; Gell-Man, 1994; Waldrop, 1993; Kauffmann 1995; Holland, 1995; Johnson, 2003 y muchos otros). Esos estudios sirven, a su vez, como materia prima para la divulgación periodística, de manera que la información sobre complejidad parece difundirse con reinterpretaciones sucesivas, desde científicos especializados hasta públicos que reciben noticias sensacionalistas. La prensa busca términos novedosos en esas “fronteras de la ciencia”: no importa si son conceptos, metáforas, ideas, o simple-

mente palabras de moda (orden en el borde del caos, efecto mariposa, sinergia, caos, atractor, sumidero, complejidad).

Las instituciones de ciencia son inducidas en esta época a una mayor vinculación con las demandas de los mercados. Es así como la complejidad –más allá de su potencial como herramienta de ciencia– tiene importancia porque logra una posición en el mercado de “noticias de ciencia y tecnología”, junto a temas de medio ambiente, biotecnología, arqueología, etcétera, en la prensa escrita y la televisión. Esta demanda extra académica tiene efectos de realimentación sobre la producción científica misma.

Nigel Thrift, geógrafo británico especialista en la difusión de conocimientos, está interesado en seguir el tema de complejidad en tres redes: la de la ciencia global, la de los negocios globales y las del *new age* global. Cada una de estas redes “canta la canción de la complejidad” e interactúa con las otras, dirigiéndose a públicos creados por los medios (Thrift, 1999: 35).

...irónicamente quizás, los momentos clave de la teoría de complejidad –caos, atractores, no linealidad, orden emergente, auto-organización, orden implícito, autopoiesis, vida al borde del caos– han penetrado en partes de la sociedad occidental distintas a la ciencia [hasta el punto que] podría ser posible argumentar que es fuera de la ciencia que la teoría de complejidad se está propagando con mayor éxito (*ibidem*: 39).

Según este autor hay, al menos, cuatro razones para el éxito extra científico de la publicitada teoría de complejidad: 1) Provee un vocabulario listo para usarse en imágenes y creencias sobre uno mismo (“auto-organización”, etcétera). 2) Facilita la difusión de las ideas más viejas de la ideología *new age*, como la hipótesis Gaia de John Lovelock. 3) Aumenta la autoridad simbólica, añadiendo legitimidad por el uso de metáforas científicas. 4) Algunos científicos se inclinan, en sus escritos de divulgación, a conectar sus ideas con aspectos espirituales del tipo *new age*, o proponen explicaciones holísticas, como la propuesta de la *autopoiesis* (Thrift, 1999: 49; Reynoso, 2006: 174-191).

Las redes de la ciencia, los negocios y el *new age* se apoyan mutuamente, de modo que las producciones de ciencia, cultura e ideología se conectan entre sí y a veces parecen confundirse; lo cual no sólo se aplica a la complejidad, sino que es válida para otros campos de ciencia en expansión, como es el caso de ingeniería genética y la biotecnología (Carneiro, 1995; Rabinow, 1995).

COMPLEJIDAD Y CIENCIAS SOCIALES

Los sistemas sociales (económicos, culturales) ofrecen muchos ejemplos de emergencia de orden a partir de procesos simples. La ciencia social en sus comienzos destacaba la aparición de nuevos niveles de complejidad en la economía, la organización social y la política. Los fundadores de la economía política expusieron, con el lenguaje de su época, hace dos siglos, la complejidad de los sistemas económicos y sociales (García, 1986: 57). Tal es el caso de la famosa mano invisible del mercado postulada por Adam Smith, que pone orden entre compradores y vendedores. De modo similar, la teoría marxista sobre modos de producción sugiere un mecanismo sistémico en el que emergen nuevas estructuras y relaciones —un nuevo modo de producción— cuando se alcanzan límites en las relaciones sociales de producción anteriores. En antropología el tema de la complejidad en la cultura y su diferencia frente a la complejidad biológica aparece hacia 1950, especialmente en la discusión entre particularistas y evolucionistas culturales “multilineales”. La ecología cultural propone que existen niveles de integración sociocultural, que son nuevos ordenamientos sociopolíticos que emergen con el crecimiento de las sociedades (Steward, 1955: caps. 1 y 3).

Más recientemente, hacia la década de 1970, algunas ciencias sociales ayudaron a establecer las bases y a difundir la teoría general de sistemas, que se proponía superar los modelos mecánicos (*cf.* Buckley, 1982). Tras pocos intentos de uso, los modelos sistémicos fueron abandonados en la casilla del funcionalismo. Desde los años ochenta hubo una menor búsqueda de modelos formales y menos intercambios con otros campos científicos. Varias ciencias sociales, en particular la antropología social, pusieron mayor distancia y acrecentaron su aislamiento frente a las ciencias naturales y tecnologías. Esto sucedió al mismo tiempo que las ciencias de cómputo y las tecnologías de información ofrecían, en un desarrollo vertiginoso, nuevos modelos y herramientas para fines transdisciplinarios.

Sin embargo, ha habido en ciencias sociales usos recientes de ideas y modelos de complejidad, de los que hacemos a continuación un recuento provisorio:

Simulaciones computacionales

El campo de la simulación de sistemas es muy extenso. La simulación de agentes, autómatas celulares, sociedades artificiales, etcétera, contiene planteamientos matemáticos muy avanzados y algoritmos computacionales que pueden aplicarse a temas restringidos. Su empleo es aún muy limitado para estudiar sistemas humanos, aunque en economía, por ejemplo, los modelos tienen más tradición de uso. Los

modeladores ignoran mucho de la vida social, así como de la bibliografía disponible. Solamente una colaboración interdisciplinaria entre modeladores y científicos sociales, que apenas comienza,¹ podría cambiar el panorama.

Las sociedades artificiales basadas en agentes son una de las formas de modelación que más se han desarrollado en los últimos 10 años, especialmente a partir de la propuesta de Epstein y Axtell (1996) y de sus trabajos subsiguientes (Epstein, 1999; Axtell, 2000). La modelación de sociedades artificiales tuvo un desarrollo importante y aceptación entre técnicos informáticos e investigadores en la prospectiva social. Por ahora no puede saberse cuáles serán sus límites y cuánta imaginación sociológica —un recurso escaso— podría incorporarse. Hay, por lo menos, dos puntos críticos: primero, la falta de experiencia en el diseño de proyectos que relacionen los modelos con el trabajo de campo (“operacionalización”); segundo, los primeros usos tienen fuerte marca de individualismo metodológico, un marco que en ciencias sociales ya ha recibido críticas contundentes (*cf.* Bunge, 2004: cap. 3). Sin embargo, aún no puede evaluarse una herramienta cuyos usos no han sido experimentados (sobre la efectividad de ideas y modelos frente a sistemas reales véase Moss y Edmonds, 2005).

Un ejemplo de modelo basado en agentes, que va más lejos que los modelos de la conducta racional económica, asignación de recursos y toma de decisiones, es *Sugarscape*, que admite datos sobre aspectos socioculturales como el comercio, la estructura de clases, los preparativos para la guerra y la producción de recursos por agentes. El modelo evoluciona en varias dimensiones: demográfica, ecológica, cultural, etcétera (*cf.* Epstein y Axtell, 1996).

Estudios de regiones, recursos y procesos

Estudios de sistemas regionales

En los años ochenta, cuando apenas surgía la idea de modelos complejos, se llevaron a cabo estudios regionales sistémicos en el CINVESTAV (García *et al.*, 1988a; 1988b) que tomaban en cuenta parte de la realidad socioeconómica, cultural, política y física de las regiones. “El recorte de la realidad le pone límites al sistema y establece las condiciones de contorno, es decir las interacciones del sistema y los sistemas definidos como ‘externos’” (García, 1986: 67). En estos trabajos es interesante observar cómo los planteamientos se hacen operables mediante la delimitación de áreas (municipios, distritos de riego), y se eligen periodos de historia para registrar, así como

¹ Arturo Rosembueth, científico mexicano, fue uno de los impulsores de la primera ciencia cibernética en los años cuarenta.

tipos de actores económicos o políticos, acerca de los que se busca información con el propósito de comprender los procesos en los sistemas y subsistemas. Éstos son definidos al principio, luego de recorridos exploratorios en los que se determinan las variables clave para la investigación (*idem*). Estos estudios pueden servir como antecedentes para trabajar con las herramientas de hoy.

En geografía histórica y social en Europa también se emplean modelos que proponen niveles de complejidad. Un exponente de esta escuela es Dietrich Fliedner, que en la década de 1980 hizo un estudio histórico geográfico del poblamiento por españoles en Nuevo México, contemplando varios niveles, desde el ordenamiento territorial hasta las dinámicas de población y las migraciones por guerras. Su propuesta sobre uso de teoría de sistemas (Fliedner, 1981) ha ido incorporando conceptos como *autopoiesis* (Maturana y Varela, 1980) y aspectos de la sistémica social de Niklas Luhmann (Fliedner, 1999).

Sistemas urbanos

El libro de Portugali (1999) muestra que múltiples aspectos de las ciudades pueden entenderse mediante modelos que parten de suponer que existen dinámicas no lineales en los procesos urbanos. Los temas van desde la estructuración de las ciudades por migraciones a la autoorganización debida a las preferencias culturales y cognitivas de sus residentes. La autoorganización está presente en la realidad y en las aspiraciones de los planificadores, quienes emplean patrones de reconocimiento espacial, mapas cognitivos, teorías de la decisión y juegos de planeación (que recuerdan al videojuego *SimCity*). Portugali —un investigador urbano del grupo de H. Haken sobre sinérgica— ha avanzado, trabajando con un equipo, a través de varias versiones de modelos y herramientas de análisis complejos. Con ellas hacen diagnósticos de las trayectorias probables de aspectos urbanos específicos. Los planificadores cuentan con algunas pistas para monitorear los procesos históricos o presentes, y ahora están desarrollando la propuesta de “ciudades auto-organizadas”.

Exploraciones teóricas en ciencias sociales

Parece ser un campo postergado. Por ejemplo, se hacen propuestas sobre la modelación compleja de decisiones para la acción colectiva (Huberman y Glance, 1993), o sobre la organización social como resultado de la selección (Heylighen y Campbell, 1995). En antropología, aunque son escasos, se construyen modelos de procesos sociales basados en el parentesco (Read, 1998). Por otra parte, son de gran importancia para las ciencias humanas del futuro los estudios sobre emergencia

de consciencia, un campo desarrollado a partir de la aparición de tecnologías que permiten comprender los mecanismos de integración de percepciones, memoria y consciencia (Damasio, 1996 y 2000; Gazzaniga, 2000). Sin embargo, este tipo de estudios revive debates sobre “naturaleza y cultura” (Ehrlich y Feldman, 2003).

La búsqueda de nuevas formas de conocimiento

Hay en ciencias sociales y humanidades otra aproximación al tema de la complejidad que tiene un carácter más filosófico. Se basa, sobre todo, en la generalización de las ideas de emergencia de orden en sistemas complejos, un tema que es fuente de inspiración para escritores de todo tipo. Fenómenos con multicausalidad, indeterminación, saltos cualitativos y orden emergente son motivo para desestimar los modelos causales y “la ciencia mecanicista”, que deberían ser reemplazados por nuevas formas de pensamiento y comprensión. Lo autores más citados en esta línea son Prigogine y Stengers (1983), Maturana y Varela (1980), Capra (1996) y Navarro (1994).

Aparte, hay que mencionar la obra más reciente de Edgar Morin (1981-1992, 1996, 2003), que propone desarrollar el pensamiento complejo con el fin de poder entender la multidimensión de los fenómenos humanos y de la vida en la Tierra.

Situación en México y América Latina

Hay que destacar la apertura institucional a los temas de complejidad en la Universidad Nacional Autónoma de México. En ella hay varios institutos que investigan en modelos complejos. En el Instituto de Física existe, desde 1990, un Departamento de Sistemas Complejos y es el grupo más consolidado y que ha trabajado desde hace más de 20 años en dinámica de los sistemas complejos. Actualmente seis investigadores trabajan en las líneas de biología teórica, dinámicas no lineales, biocomplejidad, sistemas complejos y ecología, y sociofísica.² Entre sus publicaciones podemos citar: Miramontes, (1999), Boyer y Miramontes (2003), Boyer *et al.* (2004, 2005); Cocho (1999), Ramos-Fernández *et al.* (2004).

El Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM también lleva a cabo investigaciones, presentaciones periódicas y congresos anuales sobre complejidad. Rolando García, investigador del centro fue pionero en los estudios que realizó con los equipos interdisciplinarios del CINVESTAV,

² Agregamos cierto optimismo al párrafo, tras consultar sitios como *Antropokaos*, <http://www.anthropokaos.com.ar/> (consulta noviembre, 2006) y *Oximoron* http://www.geocities.com/diesonne_2k/index.html (consulta noviembre, 2006). También véase <http://scifunam.fisica.unam.mx/> (consulta noviembre, 2006).

en la Comarca Lagunera y la región del Bajío (García *et al.*, 1988a; 1988b). Esas experiencias abrieron las posibilidades de interdisciplina entre las ciencias sociales y naturales, así como con disciplinas tecnológicas y ambientales (García, 1994). En los años recientes, en el CEIICH se realizan trabajos con modelos matemáticos y se exploran distintas posibilidades de interdisciplinas (García, 2006; Mansilla y Ruelas, 2005), además de la investigación epistemológica en ciencia social en la que sobresalen Pablo González Casanova y Rolando García (*cf.* González Casanova, 2004; García, 2000).

En el Instituto de Investigaciones Antropológicas también hay una línea de investigación que contempla el tema de complejidad, interesándose en memoria, pervivencias culturales y cognición, con trabajos etnográficos sobre distintas etnias de México (Pérez-Taylor, 2002; 2006).

Otra institución es la UAM–Iztapalapa en cuyo Departamento de Antropología se realizaron los trabajos de Roberto Varela y Leonardo Tyrtania, con investigaciones específicas sobre las líneas de antropología política que había propuesto Richard N. Adams desde 1980. La genealogía de esta influencia pasa por la Universidad de Texas, en Austin, en la que también residió Ilya Prigogine. Adams se interesó en las estructuras disipativas para desarrollar su teoría del poder social basada en el manejo de energía (Adams, 1975). Luego fue investigador visitante del CIS-INAH (ahora Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social, CIESAS) donde escribió *La red de la expansión humana* (Adams, 1978), un ensayo sobre estructuras disipativas y antropología. Más adelante desarrolló la idea de que el sistema sociopolítico humano puede considerarse una gran estructura disipativa (Adams, 1988). En el CIESAS, más recientemente, existen otros trabajos con interés en los sistemas complejos (Coronado, 2001; Molina, 2005).

También merecen mencionarse la maestría en dinámica no lineal y sistemas complejos de la Universidad de la ciudad de México, y el Colegio de San Luis, donde Aguilera y López (2001) han trabajado en la “construcción de modelos sociales basados en agentes” (*cf.* González, 2003).

El panorama en América Latina en teoría y metodología muestra dos recuentos recientes sobre el estado de la cuestión de sistemas complejos y emergencia de orden; nueva bibliografía en español que nos abre puertas de entrada al tema “complejidad y ciencias sociales”:

1. Mario Bunge publicó en 2004 un libro que se concentra en probar la importancia de los fenómenos de emergencia y convergencia en varios sectores de la realidad (Bunge, 2004). Aunque no usa el término “complejidad”, hace un recuento de estudios y propone un modelo propio al que denomina CESM (composición, entorno, estructura y mecanismo) y plantea que la modelación básica CESM puede

servir para el estudio de sistemas semióticos, naturales y sociales. Su estudio se extiende para tratar de comprender también las condiciones de extinción de los sistemas y en la segunda parte del libro se interesa en la convergencia, que es la propiedad por la cual las estructuras confluyen a través del tiempo.

2. Más reciente, y de mayor relevancia para la disciplina antropológica, es el libro *Complejidad y caos: una exploración antropológica*, que revisa y presenta un panorama bien demarcado de los temas y teorías de complejidad. El campo está constituido, por una parte, por los desarrollos matemáticos y computacionales (autómatas celulares, algoritmos genéticos, geometría fractal y otros). Por otra parte, muestra las propuestas teóricas más generales de la segunda mitad del siglo XX (teoría del caos; teoría de las catástrofes). El libro de Carlos Reynoso presenta las teorías y herramientas de complejidad y da ejemplos de su aplicación a las ciencias sociales. También despliega una fuerte crítica a los usos de la complejidad en esquemas discursivos y mercadotécnicos (Reynoso, 2006).

FUTURO: ¿NOS UNIRÁ LA COMPLEJIDAD?

Los estudios de complejidad crean expectativas entre los científicos sociales por dos aspectos diferentes:

1. Están disponibles un nuevo *software* y algoritmos matemáticos para estudiar fenómenos emergentes en organización social, económica, cultural, etcétera. Se trata de nuevos recursos para acercarse a los problemas que en los años setenta, en el auge de los estudios de sistemas, no existían. Las aplicaciones pueden ahora modelar mejor y son más fáciles de usar.

2. Los esquemas teóricos sobre complejidad podrían abrir las puertas a un nuevo entendimiento. Éstos se hacen atractivos a algunos científicos sociales porque serían propuestas holísticas que llevarían a comprender novedades cualitativas (culturales, organizativas, etcétera).

Es decir, la complejidad, como idea general, parece no tener detractores, pero eso no indica que las ciencias sociales se encaminen hacia el establecimiento de un paradigma consensuado y mayoritario. No nos unirá la complejidad, porque el interés por el tema proviene de expectativas muy distantes entre sí:

a) Las de una corriente “interpretativa”, descendiente de las humanidades y con influencia posmodernista reciente que considera la antropología como totalmente distinta a las ciencias naturales; que pone énfasis en el relativismo cultural, el conocimiento local, etcétera. Su expectativa se dirige a la comprensión holística y se aleja de explicaciones causales y aun de descripciones sistémicas. Un defensor de esta

posición la expresa claramente: “Un corolario de la teoría de complejidad es que el conocimiento es inherentemente local antes que universal” (Byrne, 2005: 97).

b) Las de defensores de ciencias sociales en sentido estricto que, aun siendo escépticos sobre los logros de la ciencia social hasta el presente, insisten en considerar el mundo humano y social como parte de una realidad cognoscible. Mantienen distancia frente a los “interpretativos” y están dispuestos a insistir en la posibilidad de avanzar en los conocimientos humanos y sociales probando los modelos y técnicas de complejidad, que hacen posible:

...disponer de gramáticas simples que permiten generar expresiones visuales, acústicas o topográficas de complejidad arbitraria; poder comparar diversas manifestaciones culturales tanto en su configuración observable como en sus estructuras subyacentes; tener acceso a un repertorio de prácticas para simbolizar y examinar procesos temporales; publicar los modelos para que otros investigadores los extiendan a otros casos o los sometan a inspección interna; perder el miedo a la cantidad, navegando con medios tecnológicos limitados espacios de búsqueda de proporciones que hubieran sido prohibitivas hasta hace poco; visualizar y manipular representaciones de procesos que nuestros predecesores en la disciplina apenas podían intuir; implementar modelos dinámicos con conductas creativas... (Reynoso, 2006: 398).

Hay variaciones entre quienes buscan hacer ciencias humanas con herramientas complejas (Grupo Antropokaos; Read, 1998; Reynolds 1986, por ejemplo), y quienes están dispuestos a incorporarlas junto a información documental, estadística y etnográfica en una metodología mixta; que se interesan en la construcción de teoría y conectan su trabajo científico con la acción política (propuesta Gulbenkian en Wallerstein, 1996; González Casanova, 2004).

c) Una variedad de búsquedas de conocimiento que tratan de conciliar enfoques científicos y ciencias humanas en alguna forma de cultura intermedia (Brockman, 2000).

COMO CONCLUSIÓN

1. Hay dos ofertas de ampliación de horizontes de conocimiento con uso de complejidad: *a)* la de modelos complejos y aplicaciones de cómputo, interesante para desarrollar conocimiento científico en el sentido habitual del término, y *b)* la de teoría(s) de complejidad que aportan ideas y metáforas para una comprensión holística que atrae a quienes buscan alguna nueva vía interpretativa y comprensiva de conocimiento. Eventualmente aparecen algunas búsquedas y propuestas de acercamientos mixtos.

2. Los estudios de complejidad que emplean modelos formales tienen uso y recepción, por ahora muy limitados, en México y América Latina. Sin embargo, hay novedades: con presencia en Internet aparece un grupo de investigadores en modelación y antropología (*Antropokaos*), con base en Buenos Aires. También aparecen nuevas publicaciones, como la Colección Complejidad Humana codirigida por Carlos Reynoso y Rafael Pérez-Taylor, de la Universidad de Buenos Aires y el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, respectivamente.

3. La difusión novedosa del tema complejidad e ideas cercanas tiene que ver con investigación científica, pero también con negocios culturales y mediáticos. Esto incluye trabajos sobre complejidad de carácter más general. La difusión laxa tiene distintos grados entre divulgación e ideología. Por ejemplo, la propuesta de Ilya Prigogine sirvió de base para la investigación de Richard N. Adams (1978, 1988), pero también ha dado lugar a la búsqueda especulativa de otros modos de conocimiento (Prigogine y Stengers, 1983). Otro caso es el pensamiento complejo de Edgar Morin, con seguidores de línea humanista. Su escuela tiene importante difusión en el ámbito educativo y pone énfasis en la transdisciplinariedad (*cf.* Motta, 1997).

4. Los estudios de sistemas complejos tienen su base en las ciencias naturales y las matemáticas. Por ello favorecen la interdisciplina y aumentan las posibilidades de expansión de una “tercera cultura” (Snow, 1964; Brockman, 2000) entre los antropólogos sociales. Tras reconocer la larga historia de distanciamiento de las ciencias sociales en general, y en particular la antropología social, con respecto a los procedimientos científicos, Inmanuel Wallerstein, editor del Informe Gulbenkian de 1995, considera que los estudios de complejidad ofrecen una oportunidad a las ciencias sociales para reconectarse con otros conocimientos en una etapa renovada (Wallerstein, 1996; Lee y Wallerstein, 2001).

5. Los estudios de sistemas complejos favorecen una mayor comprensión interdisciplinaria, lo cual es una vacuna contra el aislamiento y permite mirar más allá de la tradición humanista y el posmodernismo que, enfrentados al “positivismo”, pierden de vista requerimientos básicos de la evaluación de conocimientos (*cf.* Sokal y Bricmont, 1999).

6. Cada campo de conocimiento tiene sus correspondientes instituciones, medios y especialistas (Barth, 2002). Dichas instituciones aceleran o desalientan la producción de conocimiento, y/o las críticas a los enfoques hegemónicos (Douglas, 1986). Cuando nuevas ideas, como las de complejidad, llaman a la puerta podemos usarlas para cambiar hábitos intelectuales, y en ese sentido las herramientas y las propuestas conceptuales de complejidad pueden empujar los márgenes discursivos y prácticos de

personas e instituciones. Pueden ayudarnos a descubrir o reformular problemas y teorías sobre temas socioculturales.

REFERENCIAS

ADAMS, RICHARD N.

- 1975 *Energy and Structure. A Theory of Social Power.* University of Texas Press, Austin, Texas, Estados Unidos (traducción al español *Energía y estructura. Una teoría del poder social*, Fondo de Cultura Económica, México, 1983).
- 1978 *La red de la expansión humana.* CIESAS, México.
- 1988 *The eighth day. Social evolution as the self-organization of energy.* University of Texas Press, Austin (traducción al español *El octavo día...*, Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2001).

AGUILERA ONTIVEROS, ANTONIO Y ADOLFO LÓPEZ PAREDES

- 2001 *Modelado multiagente de sistemas socioeconómicos. Una introducción al uso de la inteligencia artificial en la investigación social.* El Colegio de San Luis, San Luis Potosí.

AXTELL, R.

- 2000 [en línea] *Why agents? On the varied motivations for agent computing in the social sciences.* Center on Social and Economic Dynamics, consulta marzo de 2006, <http://www.brookings.edu/es/dynamycs/papers/agents/agents>

BARABÁSI, ALBERT-LÁSZLO Y ERIC BONABEAU

- 2003 Redes libres de escala. *Scientific American México*, núm. 13: 48-56.

BARTH, FREDRIK

- 2002 An Anthropology of Knowledge. *Current Anthropology* 43(1): 1-18.

BOYER, D. Y O. MIRAMONTES

- 2003 Interface Motion and Pinning in Small-World Networks. *Phys Rev E* 67 (3), art. núm. 035102, part 2, marzo.

BOYER, D., G. RAMOS-FERNÁNDEZ, O. MIRAMONTES, J. L. MATEOS, G. COCHO Y H. RAMOS

- 2004 Deterministic Walks for Animal foraging. *Transport and Self-organization in Complex Systems*, Workshop, Porto Alegre, Brasil.

- BOYER D., G. RAMOS-FERNÁNDEZ, O. MIRAMONTES, J. L. MATEOS, G. COCHO Y H. LARRALDE
2005 Spontaneous Emergence of Groups in Levy-Like Foraging Primates. *Stochasticity and Nonlinearity in Three Continents*, Santa Fe, Nuevo Mexico, marzo 30-abril 1.
- BROCKMAN, JOHN
2000 *La tercera cultura. Más allá de la revolución científica*. Tusquets, Barcelona.
- BUCKLEY, WALTER
1982 *La sociología y la teoría moderna de sistemas*. Amorrortu, Buenos Aires.
- BUNGE, MARIO
1977 The GST Challenge to the Classical Philosophies of Science. *International Journal of General Systems* (4)29.
2004 *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Gedisa, Barcelona.
- BYRNE, DAVID
2005 Complexity, configurations and cases. *Theory, culture and society* 22(5): 95-111.
- CAPRA, FRITJOF
1996 *The Web of Life. A New Scientific Understanding of Living Systems*. Anchor Books, Nueva York.
- CARNEIRO, ROBERT
1995 Godzilla Meets New Age Anthropology. Facing the Postmodernist Challenge to a Science of Culture. *European Journal of Europeanists*, (1)1: 3-22.
- CEREJIDO, MARCELINO
1978 *Orden, equilibrio y desequilibrio. Una introducción a la biología*. Nueva Imagen, México.
- COCHO, GERMINAL
1999 Teorías de sistemas: Haken, Prigogine, Atlan y el Instituto de Santa Fe. Santiago Ramírez (coord.) *Perspectivas en las teorías de sistemas*, Siglo XXI Editores, UNAM, México: 45-50.

CORONADO, GABRIELA

- 2001 La identidad mexicana como sistema dinámico complejo, ponencia al Congreso Internacional de Estudios Interdisciplinarios y Complejidad, CEIICH-UNAM, 22 al 26 de octubre de 2001, México.

DAMASIO, ANTONIO R.

- 1996 *El error de Descartes. La razón de las emociones*. Editorial Andrés Bello, Santiago, Chile.
- 2000 *Sentir lo que sucede. Cuerpo y emoción en la fábrica de la consciencia*. Editorial Andrés Bello, Santiago, Chile.

DOUGLAS, MARY

- 1986 *How Institutions Think*. Syracuse University Press.

EHRlich, PAUL Y MARCUS FELDMAN

- 2003 Genes and Cultures. What creates our behavioral phenome? *Current Anthropology*, vol. 44, núm. 1: 87-107.

EPSTEIN, J. M.

- 1999 Agent Based Models and Generative Social Sciences. *Complexity* IV(5).

EPSTEIN, J. Y R. AXTELL

- 1996 *Growing Artificial Societies. Social Sciences from the Bottom up*. Brooking Institute Press, Washington D. C.

FLIEDNER, DIETRICH

- 1981 *Society in Space and Time. An Attempt to Provide a Theoretical Foundation from an Historical Geographic Pointo of View*. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- 1999 *Komplexität und Emergenz in Gesellschaft und Natur. Typologie der Systeme und Prozesse*. Peter Lang, Frankfurt.

GARCÍA, ROLANDO

- 1986 Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. Enrique Leff (ed.) *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Siglo XXI, México: 45-71.
- 1994 Interdisciplinariedad y sistemas complejos. Enrique Leff (comp.) *Ciencias sociales y formación ambiental*, Gedisa, Barcelona: 85-124.
- 2000 *El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Gedisa, Barcelona.

- 2006 *Sistemas Complejos. Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. GEDISA, Barcelona.
- GARCÍA, ROLANDO ET AL.
- 1988a *Modernización en el agro. ¿Ventajas comparativas para quién? El caso de los cultivos comerciales en el Bajío*. UNRIS/IFIAS/CINVESTAV, México.
- 1988b *Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva. El caso de la Comarca Lagunera*. IFIAS/CINVESTAV, México.
- GAZZANIGA, M.S. (COMP.)
- 2000 *The new cognitive neurosciences*. MIT Press, Cambridge.
- GELL-MAN, MURRAY
- 1994 *The Quark and the Jaguar. Adventures in the simple and the complex*. Little Brown, Londres.
- GLEICK, JAMES
- 1987 *Chaos: Making a New Science*. Viking, Nueva York.
- GONZÁLEZ CASANOVA, PABLO
- 2004 *Las nuevas ciencias y humanidades. De la academia a la política*. IIS-UNAM-Anthropos, Barcelona.
- GONZÁLEZ SEGUÍ, H. OSCAR
- 2003 *Educación superior: cifras y hechos*. CEIICH-UNAM, Año 2, núm. 12: 13-14.
- GUMERMAN, G. Y M. GELL-MANN (EDS.)
- 1994 *Understanding complexity in the prehistoric Southwest*. Addison-Wesley-SFI, Reading, Ma., Estados Unidos.
- HAKEN, HERMANN
- 1986 *Fórmulas de éxito en la naturaleza*. Salvat, Barcelona.
- 1993 Synergetics a strategy to cope with complex systems. H. Haken y A. Mikhailov (eds.) *Interdisciplinary approaches to nonlinear complex systems*, Springer Verlag, Berlín.
- HAKEN, H. Y M. STADLER (EDS.)
- 1990 *Synergetics of cognition*. Springer, Berlín.
- HEYLIGHEN, F. Y D. T. CAMPBELL
- 1995 Selection of Organization at the Social Level: Obstacles and Facilitators of Metasystem Transitions. *The Journal of General Evolution* 45: 181-212.

HOLLAND, JOHN H.

1992 [1975] *Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control and Artificial Intelligence*. MIT Press.

1995 *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*. Perseus books, Cambridge, Estados Unidos.

HORGAN, JOHN

1995 From Complexity to Perplexity. *Scientific American*, junio: 74-79.

HUBERMAN, B. Y N. S. GLANCE

1993 Diversity and collective action. H. Haken y A. Mikhailov (eds.) *Interdisciplinary approaches to non linear complex systems*, Springer-Verlag, Berlín: 44-64.

JOHNSON, STEVEN

2003 *Sistemas emergentes o ¿qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software?* Turner-Fondo de Cultura Económica, Madrid.

KAUFFMAN, STUART

1993 *The origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press, Nueva York.

1995 *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press, Nueva York.

LANSING, J. STEPHEN

2003 Complex adaptive systems. *Annual Review of Anthropology* 32: 183-204.

LEE, RICHARD Y IMMANUEL WALLERSTEIN

2001 [1996] Structures of Knowledge. Judy R. Blau (ed.) *The Blackwell Companion to Sociology*, Blackwell Publishers, Oxford: 227-235.

MANDELBROT, BENOIT

1988 *The Fractal Geometry of Nature*. Freeman, Nueva York.

MANSILLA R. Y E. RUELAS (EDS.)

2005 *Las ciencias de la complejidad y la innovación médica*. UNAM-Plaza y Valdés, México.

MATURANA, HUMBERTO Y FRANCISCO VARELA

1980 *Autopoiesis and Cognition. The realization of the Living*. D. Reidel, Boston.

MIRAMONTES, OCTAVIO

- 1999 *Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo*. Santiago Ramírez (coord.) Siglo XXI Editores, CICH-UNAM, México: 83-92.

MOLINA, VIRGINIA

- 2005 La complejidad: una propuesta reciente para el análisis del cambio. Rosario Esteinou y Magdalena Barros (eds.) *Análisis del cambio sociocultural*, publicaciones de la Casa Chata, CIESAS, México: 71-102.

MORIN, EDGAR

- 1996 *El paradigma perdido: ensayo de bioantropología*. Kairós, Barcelona.
 1981-1992 *El método*. Cuatro tomos, Cátedra, Madrid.
 2003 *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa, Barcelona.

MOSS, SCOTT Y BRUCE EDMONDS

- 2005 [en línea] Towards Good Social Science. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 8, núm. 4. [Consulta marzo 2006] <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/8/4/13.html>

MOTTA, RAÚL D.

- 1997 Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Signos*, Buenos Aires.

NAVARRO, PABLO

- 1994 *El holograma social. Una ontología de la solidaridad humana*. Madrid, Siglo XXI de España.

NICOLIS, G. Y I. PRIGOGINE

- 1977 *Self Organization in non Equilibrium Systems*. Wiley Interscience, Nueva York.

PÉREZ-TAYLOR, RAFAEL (COMP.)

- 2002 *Antropología y complejidad*. Barcelona, Gedisa.
 2006 *Anthropologías: avances en la complejidad humana*, Editorial Sb, Argentina, 190 pp.

PORTUGALI, JUVAL

- 1999 *Self-organization and the city*. Springer-Verlag, Berlín.

PRIGOGINE, ILYA

- 1955 *Thermodynamics of irreversible processes*. Ch. Thomas Press, Springfield.

PRIGOGINE, ILYA E ISABELLE STENGER

1983 *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid, Alianza.

1984 *Order out of chaos. Man's new dialogue with Nature*. Bantam Books, Nueva York.

RABINOW, PAUL

1995 *Making PCR. A story of biotechnology*. University of Chicago Press, Chicago.

RAMOS FERNÁNDEZ, G., J. L. MATEOS, O. MIRAMONTES, G. COCHO, H. LARRALDE Y B. AYALA OROZCO

2004 Levy Walk Patterns in the Foraging Movements of Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 55, (2): 224-230.

READ, DWIGHT

1998 Kinship Based Demographic Simulation of Societal Processes. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 1, núm. 1.

REYNOLDS, ROBERT

1986 An Adaptive Computer Model for the Evolution of Plant Collecting and Early Agriculture in the Eastern Valley of Oaxaca. K. Flannery (comp.) *Guilá Naquitz: Archaic foraging and Early Agriculture in Oaxaca, Mexico*, Academic Press, Nueva York: 439-500.

1999 An Overview of Cultural Algorithms. *Advances in Evolutionary Computation*, Mac Graw Hill.

REYNOSO, CARLOS

2006 *Complejidad y caos: una exploración antropológica*. Ediciones Sb, Buenos Aires.

SAMETBAND, MOISÉS J.

1999 *Entre el orden y el caos: la complejidad*. Fondo de Cultura Económica, México.

SIMON, HERBERT

1962 The Architecture of Complexity. *Proc. American Philosophical Society* (106): 467.

SNOW, C. P.

1964 *The Two Cultures and a Second Look*. Cambridge University Press (traducción al español *Las dos culturas*, Nueva Visión, Buenos Aires 2000).

SOKAL, ALAN Y J. BRICMONT

1999 *Imposturas intelectuales*, Paidós, Barcelona.

SOLÉ, RICARD, R. FERRER-CANCHO, J. M. MONTOYA Y S. VALVERDE

- 2003 Selection, Tinkering, and Emergence in Complex Networks. *Complexity*, 8 (1): 20-33.

STEWART, JULIAN

- 1955 *Theory of Culture Change. The Methodology of Multilinear Evolution*. University of Illinois Press, Chicago.

THRIFT, NIGEL

- 1999 The Place of Complexity. *Theory, Culture and Society* 16(3): 31-69.

WALDROP, MITCHELL

- 1993 *Complexity. The Emergent Science at the Edge of Order and Chaos*. Simon and Schuster, Nueva York.

WALLERSTEIN, IMMANUEL

- 1996 *Abrir las ciencias sociales: informe de la Comisión Gulbenkian para la reestructuración de las ciencias sociales*. Siglo XXI Editores-UNAM, México.

WIENER, NORBERT

- 1948 *Cybernetics: Control and Communication in the animal and the machine*. John Wiley and Sons, Nueva York.

WOLFRAM, STEPHEN

- 1984 Computers in Science and Mathematics. *Scientific American*, vol. 251: 188-203 (Reproducido en Wolfram 1994: 439-456).
- 1994 Cellular Automata and Complexity. *Collected papers*, Addison Wesley, Nueva York.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

VON BERTALANFFY, LUDWIG

- 1950 An Outline of General System Theory. *British Journal for the Philosophy of Science*, núm. 1: 139-164.

BINFORD, LEWIS

- 2001 *Constructing Frames of Reference. An Analytical Method for Archaeological Theory Building Using Ethnographic and Environmental Data Sets*. University of California Press, Berkeley.

MORRIS, BRIAN

1997 In Defence of Realism and Truth. *Critique of Anthropology* 17(3): 313-340.

EGLASH, RON

1999 *African Fractals. Modern Computing and Indigenous Design*. New Brunswick, Rutgers University Press.

FLANNERY, KENT (COMP.)

1986 *Guila Naquitz: Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, Mexico*. Academic Press, Orlando, FL.

NOWOTNY, HELGA

2005 The Increase of Complexity and its Reduction. Emergent Interfaces Between the Natural Sciences, Humanities, and Social Sciences. *Theory, Culture and Society* 22(5): 15-31.

PRIGOGINE, ILYA

1980 *From Being to Becoming. Time and Complexity in the Physical Sciences*. W. H. Freeman, San Francisco, CA.

1996 *El fin de las certidumbres*. Andrés Bello, Santiago, Chile.

RAMÍREZ, SANTIAGO (COORD.)

1999 *Perspectivas en las teorías de sistemas*. Siglo XXI Editores-CEIICH-UNAM, México.

TYRTANIA, LEONARDO

1999 *Termodinámica de la supervivencia de las ciencias sociales*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

VARELA, ROBERTO

1984 *Expansión de sistemas y relaciones de poder*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

SITIOS EN INTERNET

Sistema complejo http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_complejo

Cibernética <http://es.wikipedia.org/wiki/Cibernetica>

Antropokaos <http://www.anthropokaos.com.ar/>

Journal of Artificial Societies and Social Simulation <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/>

Santa Fe Institute <http://www.santafe.edu/>

Max Planck Institute. Algoritmos y Complejidad
<http://www.mpi-sb.mpg.de/departments/d1/index.html>

Complex systems research, Los Alamos <http://www.lanl.gov/science/centers/cnls/>

Ilya Prigogine http://en.wikipedia.org/wiki/Ilya_Prigogine

Hermann Haken. Center of Synergetics
<http://itpl.uni-stuttgart.de/en/arbeitsgruppen/?W=5&T=1>

Centre for Social Anthropology and Computing, Universidad de Kent. Reino Unido
<http://www.kent.ac.uk/anthropology/department/csac.html>

Cursos en MIT Openware. Introducción a las redes neuronales
<http://mit.ocw.universia.net/9.641J/OcwWeb/CourseHome/index.htm>

Complex systems modeling <http://informatics.indiana.edu/rocha/complex/csm.html>

Sugarscape <http://sugarscape.sourceforge.net/>

Teoría general de sistemas y cibernética <http://pespmc1.vub.ac.be/CYBSYSTH.html>

Caos <http://zeuscat.com/andrew/chaos/>

