

ciencias

Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
revci@hp.fcencias.unam.mx
ISSN (Versión impresa): 0187-6376
MÉXICO

2000
José Luis Gutiérrez Sánchez
SOCIEDAD, POLÍTICA, CULTURA Y SISTEMAS COMPLEJOS
Ciencias, julio-septiembre, número 059
Universidad Nacional Autónoma de México
Distrito Federal, México
pp. 46-54

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

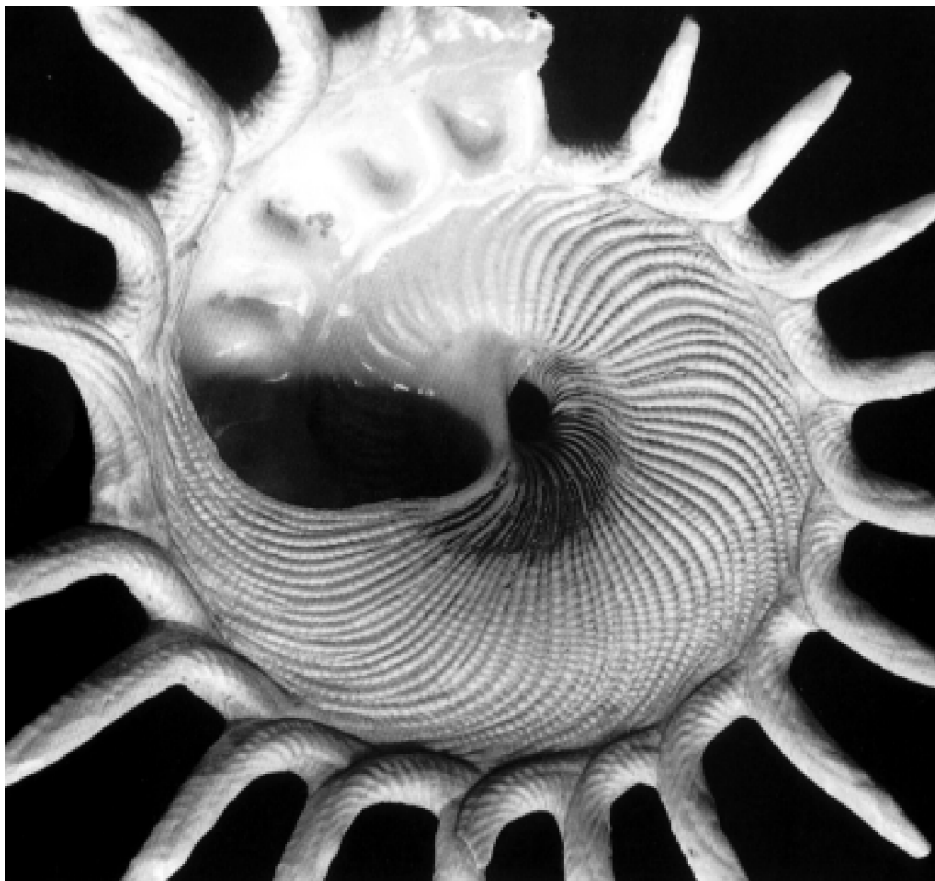
Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>



Sociedad, política, cultura

y sistemas complejos



JOSÉ LUIS GUTIÉRREZ SÁNCHEZ

Hace más de cinco lustros, cuando la Facultad de Ciencias de la UNAM y el país vivían la efervescencia intelectual y política generada en México por los grandes movimientos estudiantiles de los años sesentas, escuché por primera vez a Germinal Cocho decir que tanto los seres vivos como las sociedades pueden entenderse como “estructuras disipativas o sistemas abiertos lejos del equilibrio termodinámico”.

Para mí, estudiante de los primeros semestres de matemáticas en ese entonces, aquel enunciado sonaba raro, me provocaba una gran curiosidad porque no alcanzaba a comprender cómo los conceptos de la física podían extenderse al estudio de los organismos o de los sistemas sociales.

Sobre todo porque Germinal aducía esa interpretación para explicar, en general, la inestabilidad de las sociedades donde siempre hay fuerzas en conflicto: unas, reproductoras del *statu quo*; otras, que actúan como fermentos permanentes y lo cuestionan hasta llegar a convertirse en fuerzas insurgentes cuya acción produce “fluctuaciones de todos los tamaños” —como en las transiciones de fase de un estado físico a otro— y cuyas con-

secuencias son relativamente impredecibles pero siempre implican grandes cambios con respecto al estado anterior de las cosas.

En México eran evidentes dos procesos identificables al menos con un par de aquellas fuerzas: por un lado, el llamado Régimen de la Revolución, surgido como una gran componenda al culminar la lucha armada de 1910-1922, cumplía dos décadas de haberle dado la espalda al programa de reivindicaciones populares con el que había llegado al poder y lo ejercía sólo para el beneficio de unos cuantos. Para defender sus privilegios, los controles corporativos y la represión selectiva parecían haber sido suficientes pero, ante los primeros síntomas de descontento generalizado, sus personeros no dudarían en llegar a la masacre, el asesinato, el secuestro, la tortura y la guerra sucia, esto es, al peor autoritarismo criminal, como lo demostraron los presidentes Gustavo Díaz Ordaz y Luis Echeverría.

En sentido contrario se advertían pequeñas y grandes perturbaciones, portadoras de nuevos modos de organización, libertarias, subversivas y cargadas de imaginación: los movimientos

de los campesinos jaramillistas, los ferrocarrileros, los maestros, los médicos y los estudiantes —aplastados por el Estado mexicano entre 1958 y 1975— parecían mostrar, en aquel panorama de calma aparente, una sociedad mexicana que, en efecto, estaba lejos de la estabilidad.

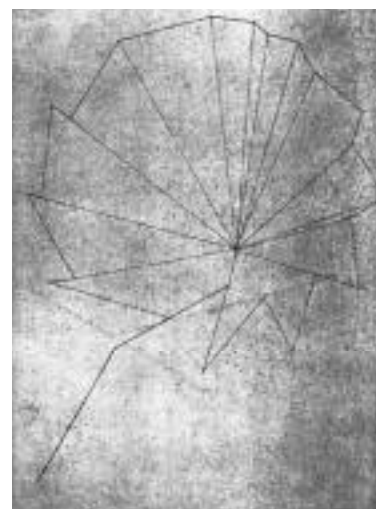
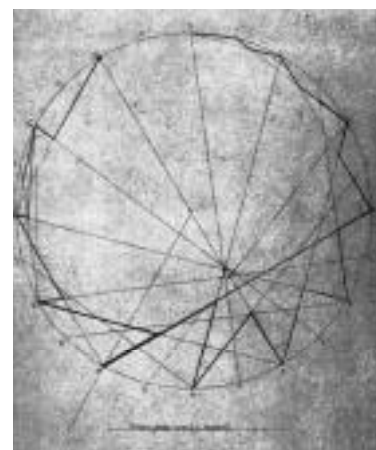
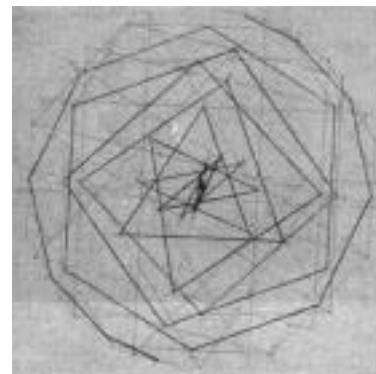
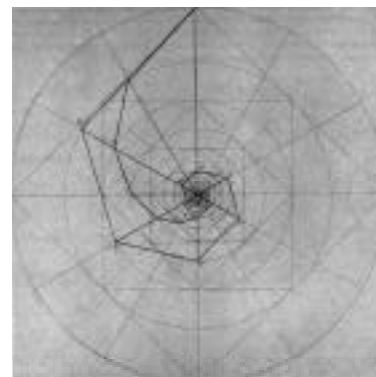
Durante los sesentas los biofísicos habían empezado a considerar a los seres vivos como estructuras disipativas y no como “negaciones locales de la segunda ley de la termodinámica”, pero la extensión de este enfoque a los procesos sociales era un enunciado audaz, visionario e inquietante. Desde entonces, debo decirlo, Germi no ha dejado de sorprenderme, pues su opinión siempre arroja una luz insospechada en nuestras discusiones, aunque no siempre le entienda a la primera y ni siquiera a la segunda, pero eso, desde luego, es una limitación mía.

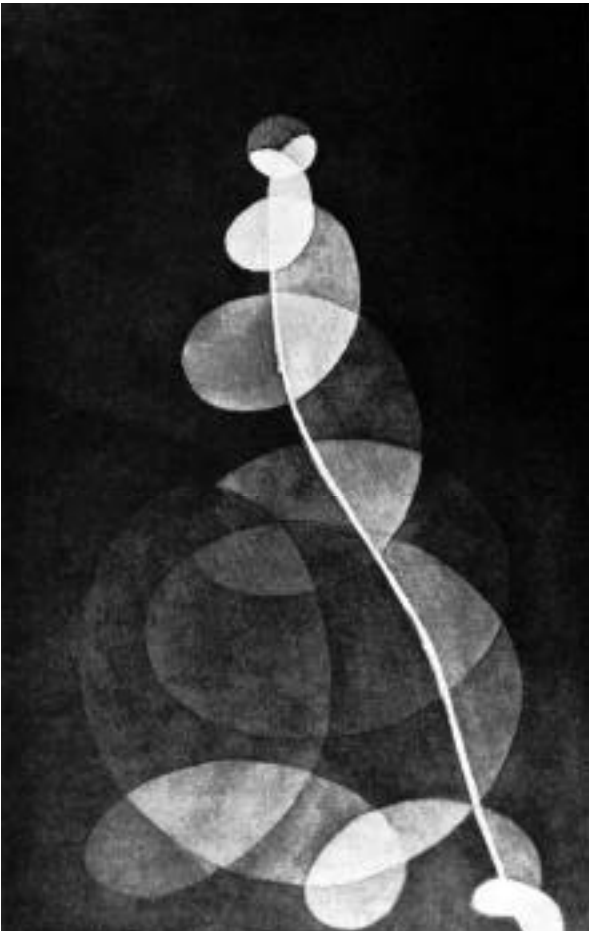
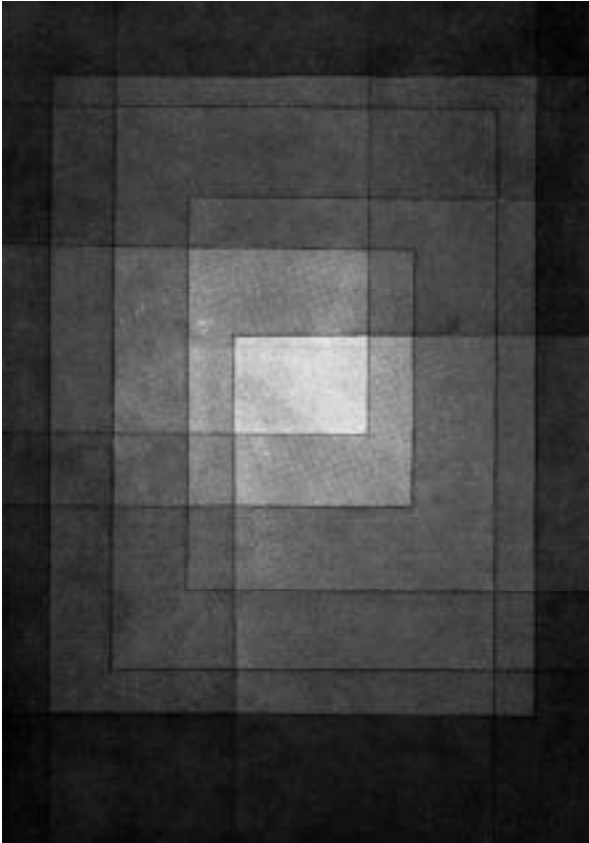
Casi al mismo tiempo, en Bruselas, Ilya Prigogine había empezado a aplicar los métodos de su investigación —el análisis de la física de reacciones químicas lejos del equilibrio— al estudio del comportamiento social de las termitas y discípulos suyos los extenderían poco después a la simulación del desarrollo económico regional de sociedades humanas.

En esos trabajos pioneros o en las aplicaciones de la teoría de los sistemas complejos a la economía del desarrollo regional, la lingüística o la antropología cultural subyace una misma concepción del mundo de la que quiero destacar dos elementos: la realidad social puede matematizarse a semejanza de como se ha hecho al estudiar la realidad física y amplios sectores de la biológica. No con la pretensión de predecir la sucesión exacta de los acontecimientos económicos, culturales, históricos... sino para identificar cualidades y pautas intrínsecas de comportamiento y superar el pasmo asociado a la pura acumulación de datos estadísticos que nunca constituyen, por sí mismos, una ciencia ni una teoría.

Los sistemas sociales son abiertos e intercambian materia, energía, dinero e información con su entorno, por consiguiente operan todo el tiempo lejos del equilibrio termodinámico, es decir, en una zona crítica. En ellos nada está quieto pero los cambios no son azarosos porque su tendencia al desorden está acotada; hay una multitud de elementos individuales que influyen de manera no lineal en el estado general del sistema. Merced solamente a la dinámica interna, se produce un comportamiento coherente, llamado autoorganización.

Lo anterior se resume así: las posibilidades de matematizar las ciencias de lo humano radican en identificar a los sistemas sociales como *sistemas complejos*, porque éstos, como lo señala Octavio Miramontes, “están formados por un conjunto grande de componentes individuales que [actúan] entre sí y [...] pueden modificar sus estados internos como producto de tales interacciones. Estos sistemas pueden ser estructuralmente simples, aunque tal simplicidad no impide que exhiban comportamien-





tos dinámicos diversos y no triviales. Los sistemas complejos pueden situarse en regímenes críticos caracterizados por la presencia de fluctuaciones espaciales y temporales en todas las escalas posibles. Esta situación de criticalidad puede alcanzarse de manera espontánea y sin la intervención de factores o fuerzas externas al sistema; se habla entonces de un proceso autoorganizado. El proceso de interacciones puede generar comportamientos colectivos y globales. Es decir, conductas que no están definidas en los elementos individuales pero [que] emergen como un proceso colectivo y [...] no pueden ser reducidas ni explicadas tomando aisladamente los elementos constituyentes”.

Aún está lejano el día en que la mayoría de los humanistas o científicos sociales acepten la validez de este enfoque, el cual ni siquiera es compartido por todos los científicos de la naturaleza (o “duros”) y las discrepancias empiezan por el papel central de la matemática en esta forma de comprender el mundo. No siempre fue así, pues los filósofos de la Antigua Grecia consideraban a la matemática como un camino que debía recorrerse si se quería acceder a la verdad, el bien y la belleza; su estudio era una iniciación para conocer el Plan de Dios; según Platón: “el alma será llevada hacia la verdad por la geometría y ésta creará en ella el espíritu de la filosofía”.

Hubo motivos para el distanciamiento, y el miedo y la desconfianza no tardaron en aparecer luego de los primeros éxitos de la física clásica durante el Siglo de las Luces y de los intentos por ver todo desde esa óptica. Tal vez sea aventurado afirmarlo, pero quizá la intención de don Francisco de Goya al concebir que *El sueño de la razón produce monstruos* no anduviese muy lejos de ese tipo de temores, aunque los engendros descubiertos por el gran pintor aragonés en las fantasías oníricas de la razón podrían ser atisbos de los excesos que habrían de cometerse contra los seres humanos en el nombre de la ciencia y una muestra más de cómo, siempre, el arte intuye a la realidad y la desnuda.

Los intentos fallidos de aplicación universal del método de las ciencias físicas tuvieron consecuencias desastrosas para pueblos enteros, generaron el rechazo de los científicos sociales y tal escepticismo de los científicos de la naturaleza que éstos renunciaron, durante casi un siglo, a meterse en la camisa de once varas de las aplicaciones de la matemática al estudio de lo social.

La ciencia de los sistemas complejos

Para que la matemática pueda reencontrarse con las ciencias de lo humano, esto es, de ser posible reconocer estructuras o patrones en los procesos sociales, es preciso superar de una vez la tentación reduccionista y evitar el error de suponer que el comportamiento del todo es igual al de la suma de sus partes —y nótese: en el estudio de las sociedades es el todo lo importan-

te—, porque los grupos humanos no son una suma de individuos: en ellos se presentan actitudes que emergen sólo en la acción colectiva y no tienen sentido individualmente.

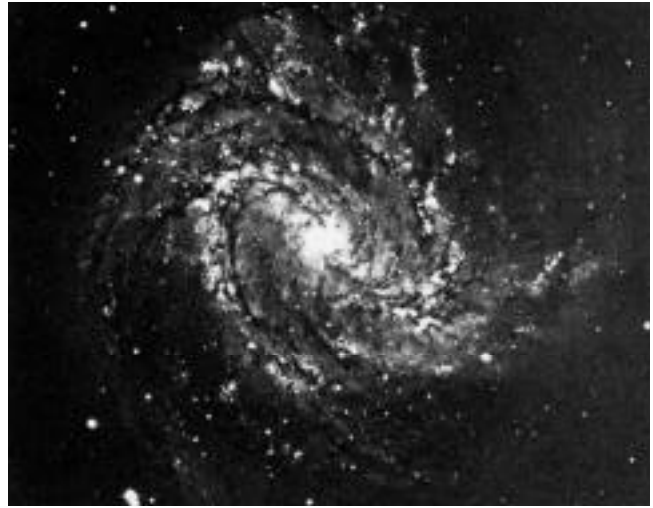
Además, tampoco es factible postular comportamientos lineales porque en los procesos sociales los efectos rara vez son proporcionales a las causas —al propagarse por la acción del viento mucho más allá de su vecindad inmediata, una sola chispa es suficiente para incendiar la pradera— y las pequeñas perturbaciones en la dinámica pueden producir catástrofes equiparables a las del “efecto mariposa” en meteorología.

Aunque eso no significa que pueda nevar en Borneo por el batir de las alas de una mariposa en Vancouver ni la chispa de la otra metáfora desembocará en un comportamiento social completamente desordenado o azaroso: siempre hay restricciones estructurales que lo impiden y llevarán a los sistemas a *autoorganizarse* o a *evolucionar* dentro de esas restricciones.

La diferencia entre un proceso y otro es importante: en la autoorganización, el sistema adquiere espontáneamente cierta coherencia pero no cambia cualitativamente en su esencia. Por ejemplo, las hormigas, como lo señala Octavio Miramontes, se autoorganizan pero no evolucionan. En cambio, el proceso de recomposición de una lengua madre, después de transitar por una zona crítica en donde sufre variaciones en cascada, lleva al sistema a una configuración que tiene algunas características comunes con el estado anterior pero es decididamente distinta. En la terminología de la ciencia de los sistemas complejos se dirá que “ha pasado de una cuenca de atracción a otra”.

Frente a la ciencia del determinismo lineal, reduccionista y estrechamente unidisciplinaria en alcances y aplicaciones, ha surgido una nueva: interdisciplinaria e integradora, cualitativa y dialéctica, la *ciencia de los sistemas complejos*. Mientras aquella es una ciencia “de las partes”, ésta es una ciencia de “la integración de las partes” en la que no se desdeñan influencias secundarias para concentrarse sólo en las más evidentes. No obstante, como lo recomienda el mismo Galileo, obedece al Principio de Parsimonia de Occam (“las entidades no deben multiplicarse más allá de lo necesario”) y recurre a explicaciones multicausales sólo cuando es indispensable porque, en general, se deducen efectos complejos a partir de formas dinámicas sencillas. Y no es que una concepción sirva y la otra no, pero el ámbito de aplicaciones de cada una es distinto. Por lo tanto, si la hay, es la ciencia de los sistemas complejos la que puede vérselas con la representación matemática de los procesos sociales.

En la computadora, el investigador prueba si las ecuaciones propuestas para la dinámica, que expresan matemáticamente sus hipótesis, describen o no el comportamiento del sistema; la facilidad para modificar modelos, condiciones iniciales y parámetros permite afinar o sintonizar las ecuaciones y analizar las



“alternativas de la historia” así generadas para inferir relaciones causales y explorar la evolución posible.

En esta búsqueda, las semejanzas o diferencias entre los resultados de la simulación y los datos fenomenológicos no tiene tanta importancia como el dar con el modelo más parsimonioso que explique cómo pudieron haber sucedido las cosas y permita prever razonablemente cómo podrían ocurrir ante diversas variaciones.

Por ejemplo, la dinámica de todos los sistemas interactivos complejos es potencialmente *coevolutiva*; en ellos, cierto valor adaptativo de una entidad es una función del estado de las otras —esto es lo que en la biología se llama coevolución—, entonces, al modelarlo matemáticamente, las ecuaciones darán cuenta de esta característica esencial y la desaparición o el cambio de una de las entidades podrá producir cascadas de acontecimientos en todas las escalas.

De este modo, uno de los alumnos más destacados de la escuela de Bruselas, el profesor Peter M. Allen, ha desarrollado una serie de modelos coevolutivos para el desarrollo económico regional. Los resultados de sus experimentos *in silico* son extraordinariamente cercanos a los registros estadísticos. Al analizar la evolución espacio-temporal de la oferta de empleo en la industria manufacturera y el crecimiento demográfico por provincia en Bélgica, entre 1975 y 1984, los errores promedio respecto de las estadísticas de la Comunidad Europea para ese país son siempre menores a 1%.

Pero es aún más importante destacar en el modelo de Allen su característica de ser un sistema en ecuaciones diferenciales no lineales que reflejan la red de interdependencias existente entre los factores ecológicos, económicos, sociales y culturales de una economía real. En sentido estricto, es una herramienta para el pensamiento, un explorador del futuro posible en pro-

cesos coevolutivos dirigido a sugerir, por ejemplo, estrategias dinámicas de control del crecimiento urbano o de aprovechamiento de recursos.

Los principios de interacción de los elementos que componen el sistema son relativamente sencillos —las ecuaciones son variantes de la logística, la ecuación diferencial no lineal más simple—, pero su capacidad explicativa es enorme. Esto lo convierte en un opuesto metodológico del reduccionismo y hace más evidente la pobreza de los teóricos del neoliberalismo económico.

Pero la ciencia de los sistemas complejos permite también identificar patrones evolutivos o plantear conjeturas acerca de aspectos cualitativos esenciales en otros procesos, en donde, aparentemente, el predominio de lo azaroso hace vana la búsqueda



de lo estructural. Esta visión fue la base de escuelas —robustas y dominantes hasta muy entrado el siglo xx— que partían de la imposibilidad de superar el estadio de desarrollo equivalente al naturalismo en biología y se limitaron a describir detalladamente los hechos, sin plantearse la búsqueda de una teoría capaz de explicar qué los produce y cómo suceden. Tales son los casos de la antropología cultural y la lingüística.

Lingüística y sistemas complejos

La lingüística de Estados Unidos fue dominada por el positivismo hasta que Noam Chomsky, siguiendo la escuela del lingüista suizo Ferdinand de Saussure, la matematizó en su gramática generativa-transformacional, trabajo que en otro lado he descrito.

De Saussure estableció, a principios de nuestro siglo, los fundamentos de la lingüística como ciencia al rechazar la concepción positivista, según la cual hay una correspondencia simple entre el lenguaje y el mundo físico, y cambiar ésta por el principio organizador de que las palabras existen en relaciones de unas con otras, aun antes de existir en relación con un objeto.

Así, es la relación del signo con el código de significación lo que da su significado y no una correspondencia simple con un objeto externo. De aquí el poder evocador de una sola palabra: al decir “olivo”, el significado barre un espectro mucho más amplio que el del árbol mediterráneo de tronco retorcido: el código de significación depende de las relaciones con muchos otros signos, definidos por los hablantes en la práctica social a lo largo de la historia de su idioma. De este modo, las lenguas son instituciones socialmente estructuradas y, como cualquiera, se hallan sujetas al conflicto permanente entre la tradición y el cambio.

Todo idioma tiene una historia y siempre experimenta pequeños cambios de una generación a otra; a veces de forma casi imperceptible; otras, de manera patente. Las modificaciones pueden ser léxicas, fonológicas, gramaticales, sintácticas o de préstamo (cuando se introduce un neologismo de otra lengua).

De Saussure estudia la evolución de las lenguas indoeuropeas; compara el griego y el latín con el sobreviviente escrito de la lengua madre, el sánscrito; y éstas con las familias germánica, eslava y romance. En su monumental *Mémoire sur le système primitif des voyelles dans les langues indo-européennes*, publicado en 1879, se encuentra la base fenomenológica de su teoría lingüística general. Además considera la variación y la innovación lingüísticas y muestra, para decirlo en la terminología de este ensayo, que la dinámica de una lengua es *no lineal*, pues los cambios en su seno tienen un efecto de golpe sobre otros términos, tiempos, prefijos, etcétera. Es decir, cualquier innovación particular afecta necesariamente todo el código de la lengua, toda su estructura y el efecto no es proporcional a la causa.

Una vez reconocido esto y aceptada la validez general de que las sociedades y sus instituciones son estructuras disipativas, los idiomas pueden considerarse legítimamente sistemas complejos. Ya en este terreno, la ciencia de tales sistemas nos permite, por ejemplo, plantear conjeturas sobre cómo una lengua (digamos el latín) entra en una zona crítica —luego de lapsos prolongados de relativa calma o estasis, se acumulan suficientes variaciones, sobrevienen cambios en cascada y modificaciones en todas las escalas— y todo dentro de ella se recompone pero de modo notablemente distinto: conserva cierta semejanza con la lengua madre pero su estructura y sus componentes la hacen distinta, de manera que el resultado del proceso de evolución lingüística se convierte en un nuevo idioma (digamos el castellano).

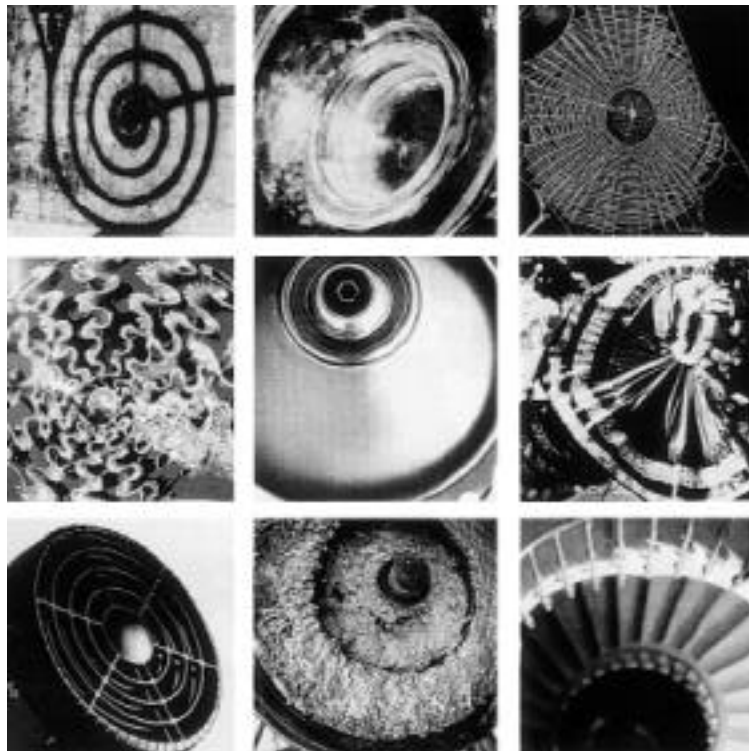
Consideremos ahora otro de los problemas centrales de la lingüística. Aceptemos la propuesta chomskiana según la cual la capacidad de generación lingüística es inherente a todos los seres humanos; es decir, es una propiedad de la especie y está en sus genes. ¿Qué son entonces las gramáticas de las lenguas naturales de los seres humanos?

Acudamos nuevamente a considerar la dinámica de la comunicación y la comprensión lingüística entre un hablante y un escucha como un proceso complejo. La gramática no está inscrita de una vez y para siempre en las circunvoluciones cere-

te, van grabando así en sus redecitas de neuronas las trayectorias y aparecen los atractores terminales; esto les permite distinguir lo gramaticalmente correcto de lo que no lo es.

Antropología cultural y sistemas adaptativos complejos

La antropología cultural es una de las grandes divisiones de la ciencia cuyo objeto de estudio es el ser humano; para estudiar la cultura de los pueblos en todos sus aspectos echa mano de métodos y datos de disciplinas como la arqueología, la lingüis-



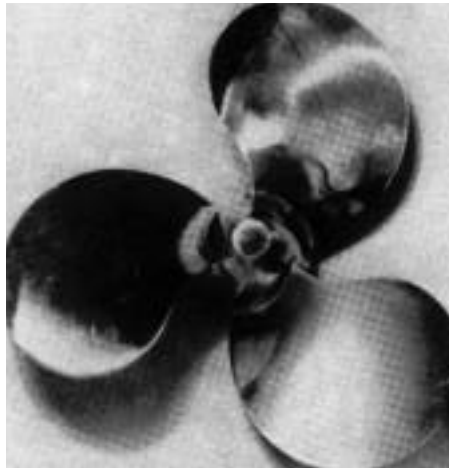
brales: resulta de la generación de estructuras reconocibles e interpretables por los hablantes.

El proceso de comprensión se dispara cuando un escucha oye la articulación del hablante y esto implica una serie de cambios en las redes de neuronas del oyente que terminan cuando éste comprende al que habla. Estamos en presencia de un proceso dinámico en donde a cada estructura gramatical le corresponde un estado terminal, un *atractor*, en el espacio de configuraciones de las redes neuronales del escucha.

Bajo esta hipótesis, los patrones gramaticales se inscribirían en el cerebro de los seres humanos como trayectorias típicas de configuraciones lingüísticas particulares; al aprender a hablar, los niños ponen en juego la dinámica del sistema hablante-oyen-

tica, la historia y la etnología. Sus antecedentes modernos más lejanos pueden ubicarse en la época de los grandes descubrimientos geográficos, entre los siglos XV y XVIII, cuando los europeos se confrontan con la inmensa variedad de seres humanos del resto del mundo y, con intenciones no necesariamente científicas, empiezan a describir sus costumbres, relaciones familiares, cosmogonía, hábitos alimentarios, religión, etcétera.

Hasta fines del siglo XIX la antropología cultural era una disciplina esencialmente descriptiva. Las repercusiones de la teoría darwinista de la evolución biológica llevaron a pensadores como Oswald Spengler a proponer una *teoría evolutiva de la cultura*, según la cual se podrían identificar ciclos de ascenso y declinación que permitirían al historiador, por ejemplo, no só-



lo reconstruir el pasado sino predecir “las formas espirituales, la duración, el ritmo y el sentido de las etapas aún no cubiertas en la historia de [la civilización en] Occidente”.

Dominada durante mucho tiempo por la visión eurocentrista del mundo, tal vez a despecho de sus iniciadores, la teoría evolutiva postularía la existencia de un sentido de progreso natural para los pueblos —del politeísmo al monoteísmo y del comunismo primitivo a la organización social jerárquica, por citar alguno de sus rasgos—, de manera que se justifica como un imperativo moral para los europeos el tomar para sí la tarea de civilizar al resto de los seres humanos, pues ellos tenían siglos de haber alcanzado esos estadios culturales supuestamente superiores.

A la vuelta del siglo, en Estados Unidos, al plantearse la búsqueda de leyes generales explicativas de cómo los diferentes pueblos habían llegado a sus respectivas concepciones del mundo y la vida, Franz Boas concluye que el problema es demasiado complicado para tener una solución universal y postula que las diferencias culturales no son resultado de factores biológicos; en vez de atender solamente a éstos, deben estudiarse considerando todas las otras influencias presentes en la historia de los pueblos.

De este modo, la antropología devino disciplina ecléctica e integradora. A partir de ese momento empieza a haber estudios en los cuales el ser humano es considerado no como un elemento ajeno al ecosistema en donde vive, sino íntimamente relacionado con su medio físico y parte integrante de su medio biótico. La antropología cultural sufre, entonces, las influencias dominantes en la ecología de sistemas; en particular, la influencia del *telos* (en griego, “fin último” o “causa última”) del equilibrio: los ecosistemas existen sólo para alcanzar un estado de equilibrio y es posible y deseable lograr que lo conserven con medidas de planeación y control.

La visión del ingeniero de sistemas vuelve por sus fueros y se convierte en artículo de fe la creencia de que es posible aspirar a un “buen equilibrio” y lograrlo mediante una intervención adecuada. Se justifica entonces el nacimiento, en la historia cultural de los pueblos, de un sistema de valores *conservador* y de una organización política controlada por grupos sociales de elite cuya misión es preservar la estabilidad y reprimir las fuerzas internas que impulsan el cambio en sus sociedades.

Se explica así el surgimiento de un conjunto de creencias con el cual el pueblo se engaña a sí mismo; de una teoría, una falsa conciencia —expresión de lo que los grupos hegemónicos quieren hacer pensar a la gente— opuesta a lo verdadero; el brote de una *ideología* (en el sentido hegeliano y luego marxista del término) *de la dominación*, en donde es natural que unos manden y otros ejecuten.

Pero la evolución política o cultural de los seres humanos, en donde se alternan lapsos de aparente estabilidad con intervalos de cambio acelerado, se explica mejor en términos de la dinámica del sistema (complejo) social; por ser una estructura disipativa, según Prigogine, trata de mantener su capacidad de intercambio de energía —pueden incluirse equivalentes *no físicos* de energía como la información, las emociones, los sentimientos o las ideas de los seres humanos— con el entorno mediante el ajuste a un nuevo régimen dinámico cada vez que la entropía empieza a abrumar al viejo régimen. Éste es el principio prigoginiano de “orden a través de la fluctuación”, y el proceso que desemboca en el nuevo estado bien puede llamarse “transición de fase”.

A su vez, desde una interpretación materialista de la cultura, durante los últimos dos tercios del siglo xx surgió una *teoría coevolutiva*, en ella, los análisis no se reducen a unos cuantos factores concatenados en una sola dirección, sino que la cultura de los pueblos se aborda como grandes sistemas interactivos

y se considera que: 1) los actores están inmersos en una extensa red de interconexiones; 2) el cambio en el estado de uno de sus elementos implica cambios en toda la red, y 3) la dinámica produce el surgimiento de propiedades nuevas que modifican aspectos esenciales del sistema.

Para comprender la estructura y los procesos de cambio cultural los antropólogos que se inscriben en esta escuela se basaron en estudios de caso de sociedades pasadas o contemporáneas, de donde, por medio de la comparación y el contraste, plantearon hipótesis sobre el tipo de relaciones existentes en forma de modelos explicativos para relacionar la organización social tanto con las actividades políticas, económicas y de subsistencia como con el medio biótico y físico de cada sociedad.

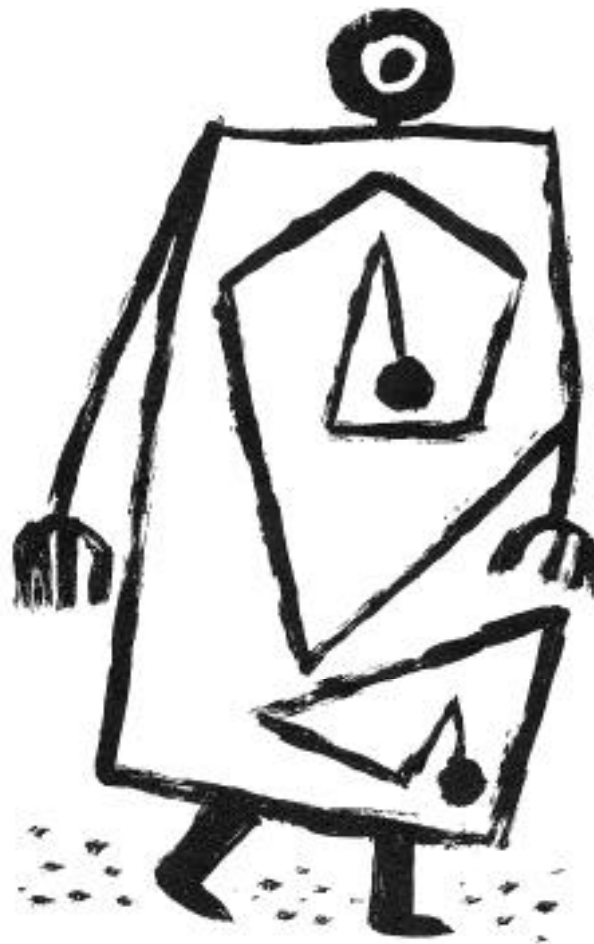
Esto ha hecho, por ejemplo, el historiador y antropólogo Marvin Harris al tratar de explicar enigmas de la cultura, como los tabúes alimentarios de árabes, indios y judíos, la persecución de las brujas en la Europa de los siglos XVI y XVII o las guerras rituales y el infanticidio misógino de algunos pueblos suramericanos.

De los estudios de caso, Harris evidencia una estrecha relación con la ecología: en los distintos lugares donde ocurren —del Oriente cercano a la selva del Amazonas y del desierto australiano a los bosques de Oregon y Washington— los enigmas son formas de autoorganización cultural impuestas no por la voluntad divina o la espiritualidad o sapiencia de la clase sacerdotal, sino derivadas de la dinámica en la red de interdependencias con la realidad: son formas espontáneas de inducir la aplicación de una estrategia que garantice, a largo plazo, la sobrevivencia de la especie.

No es raro, entonces, que esta concepción antirreduccionista de la cultura se beneficie de la herramienta y los resultados de la ciencia de los sistemas complejos. Además, como en este caso hay ya una teoría antropológica que antecede a las representaciones matemáticas, es posible evitar los errores de transitar por un camino ampliamente desacreditado o de reinventar la teoría.

Por ejemplo, Tom Abel, antropólogo de la Universidad de Florida, ha estudiado la interacción de las comunidades y los recursos energéticos disponibles en el hábitat y ha simulado computacionalmente la evolución cultural de los grupos humanos desde la organización en clanes del paleolítico hasta la aldea global de nuestros días.

En un modelo no lineal, Abel relaciona la cultura, la gente y la naturaleza con la escasez de recursos energéticos que puede llegar a un umbral crítico cuando se desarrolla una innovación tecnológica. Su simulación sugiere explicaciones razonables respecto del ascenso y la caída de las civilizaciones en el mundo. No sólo registra la aparición de reglas de conducta que se incorporan al código de valores políticos o religiosos como resulta-



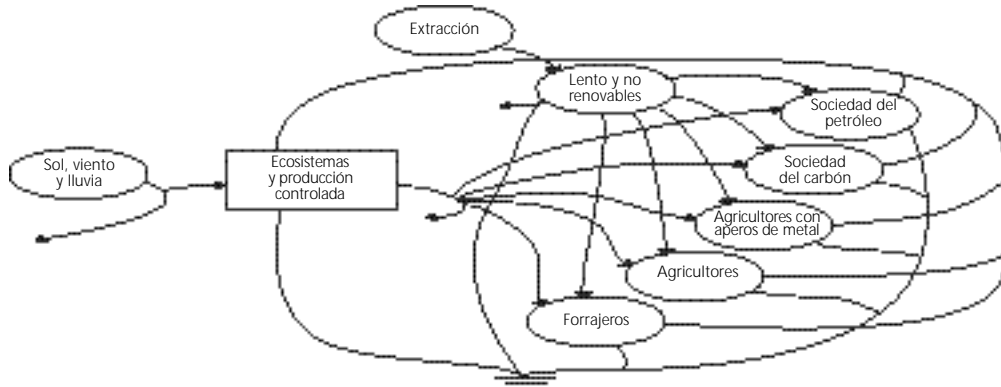


Figura 1

Simulación de evolución cultural, en donde la dinámica se define en términos de la disponibilidad de energía, los seres humanos y la innovación tecnológica.

dos de una transición de fase cultural, sino que también hace ver la consolidación de patrones socioculturales nuevos —como la especialización laboral, la propiedad privada, la desigualdad social, las instituciones policiaco-militares, el estado burocrático o los sistemas legales y financieros supranacionales— como atractores de la dinámica social (ver figura 1).

Conclusión

Trabajos como el de Tom Abel en antropología cultural, del equipo de Peter M. Allen en desarrollo económico regional y de Germinal Cocho y el grupo formado en torno a él, muestran cómo la nueva herramienta para el pensamiento, la ciencia de los sistemas complejos —integradora, no lineal, parsimoniosa, dialéctica—, es un puente por donde pueden transitar,

para reencontrarse jubilosas, fructíferamente, las humanidades y la matemática.

Quizá esta reconciliación sea, también, una buena base para que, en el mundo del mañana, los hombres y las mujeres seamos capaces de comprender las fuerzas que gobiernan nuestras vidas; no para predecir cuándo ni cómo van a ocurrir detalladamente los acontecimientos históricos, algo esencialmente imposible, sino lo que pasará si las sociedades eligen un camino y no otro.

Tal vez así estemos más cerca de ese futuro luminoso que Germi preveía en medio de las turbulencias de los años setentas, cuando, durante la visita de Alexander Ivanovich Oparin a la Facultad de Ciencias de la UNAM, expresaba su confianza en un mundo por venir “en donde los pueblos sean dueños de su propio destino” y “no suceda que unos manden y otros ejecuten”. ➤

José Luis Gutiérrez Sánchez
Universidad Autónoma Chapingo/
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional
Autónoma de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abel, Tom. 1998. “Complex Adaptive Systems, Evolutionism, and Ecology within Anthropology: Interdisciplinary Research for Understanding Cultural and Ecological Dynamics”, en *Georgia Journal of Ecological Anthropology*, vol. 2, pp. 6-29. También en: www.clas.ufl.edu/users/abeltd

Allen, Peter M. 1997. “The Spatial Evolution of Jobs and People in Belgium”, en *Cities and Regions as Self-Organizing Systems. Models of Complexity*. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam.

“Galton’s Science of Eugenics”, en: www.cimm.jcu.edu.au/hist/stats/galton/index.htm

Gutiérrez Sánchez, J. L. 1999. “Teorías, sistemas y comprensión del mundo”, en Santiago Ramírez Castañeda, ed., *Perspectivas en la teoría de sistemas*. CI-ICH/UNAM/Siglo XXI, México.

Gutiérrez Sánchez, J. L. “El sueño de Isaac Asimov o ¿son matematizables las ciencias de lo hu-

mano?”, en *Política y Cultura*, núm. 13. UAM-X, México, invierno de 2000 (en prensa).

Harris, Marvin. 1982. *Vacas, cerdos, guerras y brujas: los enigmas de la cultura*. Alianza Editorial, Madrid.

Kline, Morris. 1953. *Mathematics in Western Culture*. Oxford University Press, Nueva York.

Mainzer, Klaus. 1994. *Thinking in Complexity. The Complex Dynamics of Matter, Mind and Mankind*. Springer-Verlag, Nueva York.

Miramontes, Octavio. 1999. “Los sistemas complejos como instrumentos de conocimiento y transformación del mundo”, en Santiago Ramírez Castañeda, ed., *Perspectivas en la teoría de sistemas*.

Prigogine, Ilya. 1976. “Order through fluctuation: self-organization and social system”, en Erich Jantsch y Conrad Hal Waddington, eds., *Evolution and Consciousness: Human Systems in Transition*. Addison-Wesley, Londres.

Schieve, William C. y Peter M. Allen, eds. 1982. *Self-organization and Dissipative Structures: Applications in the Physical and Social Sciences*. University of Texas, Austin.

Schnelle, Helmut. 1998. “A note on language competences as dynamical systems”, en Gabriel Alt-

mann y Walter A. Koch, eds., *Systems. New Paradigms for the Human Sciences*. De Gruyter, Berlin.

Stewart, I. 1998. *Does God Play Dice? The Mathematics of Chaos*. Blackwell Publishers, Malden.

Waddington, Conrad Hal. 1979. *Instrumental para o Pensamento*. Itatiaia / Universidade de Sao Paulo, Belo Horizonte.

CREDITOS FOTOGRAFICOS

P. 46: A. Ehrhardt, *Xenophora solaris*, 1932. P. 47: Paul Klee, *Progression within quadripartite circle; Progression of the radii Angle progression and angle regression; The truth about palm leaf*; p. 48: *Polyphonic setting for white, 1930; Helix, 1932*. P. 49: European southern observatory, *NGC 5236*. P. 50: Francisco Toledo, *Caracol, 1975*. P. 51: William Schorner, *Entwerfen 2, 1999*; K. Blossfeldt, *Dipasacus laciniatus, 1900*. P. 52: Karl Blossfeldt, *Blumen bachia hieronymi, 1900/ 1926*; autor desconocido, *Helíce*; P. Klee, *Torture, 1938*; p. 53: *Timid brute, 1938; Under the cloak, 1938*.