

## **¿UNA REALIDAD COMPLEJA?<sup>1</sup> APUNTES Y ANOTACIONES PARA UNA TEORÍA EMERGENTE EN ARQUEOLOGÍA (\*)**

### **A COMPLEX REALITY? NOTES AND OBSERVATIONS OF AN EMERGING THEORY IN ARCHAEOLOGY**

**Ivan BRIZ I GODINO**

**Departament de Prehistòria. Universitat Autònoma de Barcelona. Unidad asociada al CSIC: Dept. d'Arqueologia i Antropologia, Institució Milà i Fontanals. C/ Egipcíacues, 15. Barcelona. 08001. Correo electrónico: [ibriz@bicat.csic.es](mailto:ibriz@bicat.csic.es)**

**BIBLID [1138-9435 (2003) 6, 1-437]**

#### **Resumen.**

Desde finales de la década de los setenta existe en investigación una línea de pensamiento, cada vez más importante, concentrada en el análisis de la Complejidad como elemento básico de la Ciencia (Teoría de la Complejidad). Entre otros muchos campos, la arqueología también es una de las disciplinas en donde esta línea de pensamiento está implantándose con fuerza. Mediante este trabajo se pretende realizar una revisión básica (y crítica) de los planteamientos esenciales de esta nueva perspectiva, y dar a conocer los aspectos básicos más relevantes, desde el materialismo histórico, para la arqueología.

**Palabras clave:** Caos, Complejidad, Dialéctica.

#### **Abstract.**

Since the 70's there is a thought trend in research, which is becoming more and more important, that focuses its analysis on Complexity, understood as a basic element of Science (Complexity Theory). Among other disciplines, archaeology is evidentiating how this thought trend is being strongly implanted. In this paper I present a basic (and critical) review of the elements of this new perspective, introducing at the same time which are the most relevant aspects from historical materialism perspective for archaeology.

**Keywords:** Chaos, Complexity, Dialectics.

(\*) Fecha de recepción del artículo: 10-XII-2004. Fecha de aceptación del artículo: 20-XII-2004.

**Sumario:**

1. Introducción. 2. Apuntes previos sobre una génesis. 3. La Inaprehensibilidad del Caos. 4. Una solución compleja. 5. Algunas anotaciones y reivindicaciones, a modo de conclusión. 5.1. Anotaciones. 5.2. Reivindicaciones. 6. Notas. 7. Bibliografía

**1. Introducción.**

“Quieres que te diga lo que estoy pensando, Dime, Creo que no nos quedamos ciegos, creo que estamos ciegos, Ciegos que ven, Ciegos que, viendo, no ven.”

X. Saramago: *Ensayo sobre la ceguera*.

Desde inicios de la pasada década de los noventa existe en arqueología la presencia, aún mínima e incipiente, pero con indiscutibles perspectivas de futuro desarrollo, de lo que el pensamiento científico actual ha denominado “Teoría de la Complejidad”. Más que una teoría en el sentido ortodoxo del concepto, que la lógica o la filosofía de la ciencia le conferiría, es más adecuado hablar de un conjunto de esfuerzos en el campo del pensamiento científico, surgidos desde líneas investigadoras de diversa índole, bases teórico-metodológicas e intereses, que persigue construir un instrumento operativo para avanzar en el desarrollo de las respectivas investigaciones. Estos esfuerzos se han concentrado, ante todo, en la reflexión ontológica sobre la realidad, sus características y su comprensibilidad para la perspectiva de nuestra ciencia.

La característica esencial y distintiva de la propuesta es el reconocimiento de la necesidad imperativa de asumir la complejidad existente en la realidad, y tenerla en cuenta en nuestros diferentes instrumentos de análisis. La realidad es intrínsecamente compleja, y en consecuencia, todo intento de aproximación y análisis ha de vertebrar una identificación y definición de la complejidad a la que se enfrenta e instrumentos de trabajo capaces de tenerla en cuenta y asumirla en sus interpretaciones. La creación a finales del pasado siglo del Instituto de Santa Fe, en Nuevo México, específicamente dedicado al estudio de la complejidad, independientemente del objeto de estudio concreto, es el ejemplo más evidente de la importancia que esta propuesta está desarrollando.

Quizás la incidencia de los resultados de estos trabajos en nuestra disciplina no es, aún, especialmente importante, y menos aún en el contexto académico predominante de la Península Ibérica; pero la capacidad para generar un discurso interpretativo atractivo de esta nueva línea de trabajo hace que, desde estas páginas, vayamos a intentar realizar una breve revisión y contextualización de las principales características de la propuesta. Así, indicar que, curiosamente, serán éstas unas páginas dedicadas a la arqueología, que muy poco van a hablar de arqueología en los términos a los que estamos acostumbradas y acostumbrados.

Con este trabajo intentaremos, más que un análisis en profundidad, una visión general de la Teoría de la Complejidad que permita un reconocimiento básico de las bases teóricas que la sustentan y, consecuentemente, de las implicaciones que éstas comportan en las aplicaciones que en arqueología se están desarrollando y se van a desarrollar. Conocer la propuesta en sus aspectos más elementales (y por ello, esenciales) para poder evaluarla en toda su capacidad: tanto en lo que concierne a sus posibilidades interpretativas explícitas, como (aún más importante) lo concerniente a los elementos implícitos. Como más adelante tendremos ocasión de observar, los desarrollos de la propuesta en el marco de las ciencias sociales han comportado la reactivación, desde campos ajenos a éstas, de viejas líneas interpretativas sobre las sociedades humanas.

## 2. Apuntes previos sobre una génesis.

Si una característica tenemos que reconocer en el contexto de nuestro presente científico es que nos encontramos en el mañana de la postmodernidad<sup>2</sup>.

Los planteamientos postmodernos han sido los protagonistas de las dinámicas de toda la investigación científica (incluida la arqueología, obviamente) desde la pasada década de los 80 hasta finales de siglo, pese a que su gestación se inició en la segunda mitad de la década de los sesenta. Esto no ha de ser entendido como una presencia directiva de la postmodernidad, sino que la propuesta postmoderna ha sido el eje rector de la investigación y ha condicionado los diferentes objetivos e intereses. La postmodernidad no ha diseñado, intencionadamente, el desarrollo de la investigación en estos veinte años. Ante todo, porque no ha sido la línea de pensamiento dominante-mayoritaria en las instituciones académicas y los órganos de control de la producción científica. Pero sí es necesario asumir que, además de su propia producción, su presencia, la misma existencia del discurso postmoderno, ha obligado al resto de líneas de pensamiento a replantear su propia investigación. Así, y en respuesta a la "revolución científica postmoderna" y "revolución científica" empleada bajo los parámetros más clásicos de Kuhn (1986), todas las corrientes "modernas" han tenido que revisar y redefinir su propia sistemática de trabajo y, sobre todo, sus constructos metodológicos (Hodder, 1987 y 1998).

Consecuentemente, uno de los objetivos básicos de la propuesta postmoderna, conseguir ser y evidenciarse en las producciones y estructuras académicas, fue alcanzado activa y pasivamente, obteniendo una presencia efectiva en estas estructuras y la divulgación de sus discursos, y obligando a modificarse, a automodificarse, en relación a la presencia de la nueva vía interpretativa, a las restantes corrientes, predominantes, en aquel/este momento de la investigación.

Decíamos que la postmodernidad ha sido (es) una revolución científica, la manifestación más evidente de la cual ha sido su existencia como revulsivo del panorama científico. Es decir, como toda revolución, parte de la no aceptación de unas condiciones y

estado determinados; y pretende modificar las relaciones existentes: alcanzar el poder para modificar un estado; o bien modificar un estado para alcanzar el poder.

La estrategia seguida fue el cuestionamiento del edificio científico y sus interpretaciones; desde el mismo edificio interpretativo científico y sus interpretaciones.

La categoría postmoderna de la “deconstrucción” no es, para nada, átona o aleatoria. Y todo esto, en un contexto en que determinadas líneas de las nuevas interpretaciones (que no todas) reforzaban las líneas que, desde determinados grupos de intereses (recordemos su contexto histórico de desarrollo: la revolución neo-conservadora del hemisferio occidental, en el marco de una Guerra “Fría” Global), comportaban la aparición de un nuevo ámbito de generación del conocimiento. O, mejor dicho, nuevas formas de aceptar el conocimiento. Esta nueva viabilidad cuestionadora de la interpretación de la realidad se desarrolló mediante una lectura en la que se ponía de relevancia la preeminencia de la interpretación (interpretación subjetiva, escéptica, y equiparable al metarrelato: Derrida, 1989 y 1998; Lyotard, 1987<sup>3</sup>; Popper, 1994<sup>4</sup>; para una contextualización arqueológica: Johnson, 2000), interpretación política e interesadamente concebida y condicionada (Foucault, 1979 y 1980<sup>5</sup>).

Es necesario en este punto, recuperar un hecho a menudo olvidado en las “biografías” de la corriente postmoderna, y es que ésta ha sido, básicamente, un producto europeo; un producto surgido desde Europa occidental, cuando, curiosamente, ha sido uno de los movimientos más críticos con el eurocentrismo (Micó, 1992). Este hecho puede explicarse mediante dos razones esenciales: en primer lugar, traer a la memoria las vinculaciones iniciales de muchos de los nombres protagonistas de la postmodernidad con, si no la presencia en, sí en el papel de sagaces herederos de la militancia activa y crítica del mundo universitario europeo de las décadas de los sesenta y setenta. Y (segunda razón) es en este mismo ámbito universitario donde diferentes líneas de pensamiento críticas o contrarias al sistema habían luchado para incorporarse y utilizar en beneficio de los propios objetivos sociales la capacidad divulgativa y de incidencia social (universidades populares, líneas de edición propias, etc...), formando un nuevo espacio de cuestionamiento de las estructuras clásicas, académicas, del conocimiento científico.

La postmodernidad supo heredar adecuadamente este espacio caracterizado por la crítica: por encima de todo, la postmodernidad es/ha sido una crítica. Y, al mismo tiempo, autolimitada a una crítica: una vez realizada ésta (a veces, correcta y acertadamente), la misma construcción de la propuesta impedía el ofrecimiento de cualquier alternativa a la interpretación procesual. Los elementos utilizados para la desautorización de la propuesta científica moderna implicaban la ausencia de una vía por la que llevar a cabo el propio avance; consecuentemente, la “propuesta” postmoderna no estaba en condiciones de proponer una alternativa interpretativa. Y así como la postmodernidad ha determinado al resto de las corrientes investigadoras con su presencia, al mismo tiempo (producto de esta carencia de una vía alternativa propia) ésta se ha

visto condicionada y determinada por el resto de dinámicas de investigación desarrolladas que conseguían resistir y superar la nueva línea crítica, siendo, finalmente, asumidos diferentes elementos procesuales (Vanpool y Vanpool, 1999).

El producto final resultante era una multiplicidad de discursos en mayor o menor grado próximos (o lejanos) a la investigación que se había desarrollado hasta el momento; todos dotados de una base teórica común pero dispares en sus desarrollos y poco resolutivos en sus capacidades interpretativas frente a otras líneas de trabajo.

### **3. La Inaprehensibilidad del Caos.**

Una de las principales observaciones realizadas por Sokal y Bricmont en su crítica a la ciencia postmoderna (Bricmont y Sokal, 1997; Sokal y Bricmont, 1999) fue el “cientificismo” aplicado a las interpretaciones en base a la aceptación acrítica (sin un correcto conocimiento operativo de temáticas, métodos y técnicas), de las llamadas (¡erróneamente!) “ciencias duras”. El lenguaje críptico, técnico, oscuro era asimilado al empleado por la investigación de estas disciplinas y asimilable a un indicador de profundidad en el razonamiento y elevado nivel científico-intelectual. Es decir: una densa capa de barniz, a base de conceptos altamente especializados y poco habituales en obras divulgativas, empleados de forma poco clara, aplicada a los discursos científicos para conferir una pátina de conocimiento y sabiduría<sup>6</sup>.

El caso de la Teoría del Caos, surgida a partir de la física cuántica, ha sido uno de los ejemplos más evidentes de este uso “descontrolado” de información científica de forma poco adecuada; llegando a constituir una línea específica de la postmodernidad: la de la Inaprehensibilidad del Caos (Briz, 2004).

La aparición de una nueva visión de la física a partir de los trabajos de Planck, Böhr, Heisenberg y Schrödinger comportaron una conceptualización nueva y revolucionaria de la física como ciencia y de hasta el último elemento de la realidad de nuestro mundo. El viejo edificio, y hasta el momento sólido, de la mecánica universal newtoniana pasaba a encontrarse en una situación de grave crisis y cuestionamiento. Y, ligado a él, el determinismo laplaciano que se mostraba impotente ante una realidad fuera del control de la ciencia racionalista. La predictibilidad científica (objetivo último del método) quedaba fuera del mundo real y la base misma de la materia:

El principio de indeterminación de la mecánica cuántica implica que ciertas parejas de magnitudes, como la posición y la velocidad de una partícula, no pueden ser predecidas con la precisión que se desearía (Hawking, 1989: 178)<sup>7</sup>.

Revisemos brevemente algunas ideas básicas de la nueva concepción de la física. Basado parcialmente en el principio de complementareidad de Böhr<sup>8</sup>, el principio de indeterminación de Heisenberg establece que la determinación de posición y movimiento de un



objeto según los términos de la mecánica clásica no es aplicable a una partícula subatómica: no podemos conseguir fijar al mismo tiempo la posición de la partícula en el orbital y su velocidad. Es más: proporcionalmente a tan preciso sea nuestro cálculo sobre de una de las dos variables, tan erróneo será el cálculo de la otra. Consecuentemente, es imposible el desarrollo de un sistema predictivo de posición futura de la partícula, dado que si conseguimos conocer la posición de ésta en el orbital, ignoraremos su velocidad de desplazamiento, y viceversa. Los planteamientos de predictibilidad de la ciencia clásica no eran (no son) factibles frente a las unidades básicas que constituyen, que conforman, la realidad.

Schrödinger, además, determina la ecuación de la función onda-partícula. Ésta predice, probabilísticamente, el comportamiento orbital de una partícula hasta un determinado punto, a partir del cual fija dos posibilidades de continuación, con igual probabilidad de existencia, de posición futura; superada esta bifurcación, la trayectoria puede continuar dividiéndose, ramificadamente, en “n” ocasiones (según determinadas condiciones del experimento). Como comprobaremos más adelante, la existencia de esta bifurcación será básica para el desarrollo de múltiples planteamientos de la investigación.

Dos elementos básicos quedaban fijados, a raíz de la “nueva física” para la investigación científica: la imposibilidad de la observación objetiva por parte del sujeto investigador y la aparición de una nueva lógica, no determinística, y basada en la probabilística: la lógica difusa.

Stephen Hawking continúa:

La mecánica cuántica trata esta situación mediante un tipo de teorías en que las partículas no tienen posiciones y velocidades bien definidas, sino que están representadas por una onda. Estas teorías cuánticas son deterministas en el sentido que suministran leyes para la evolución de la onda. Así, si se conoce la onda en un cierto momento, se la puede calcular en cualquier otro momento. El elemento, aleatorio, impredecible, tan sólo se presenta cuando intentamos interpretar la onda en términos de posiciones y de velocidades de partículas. Pero podría ser que ésta fuese nuestra equivocación: quizás no hay posiciones y velocidades de partículas, sino tan sólo ondas. Pasaría tan sólo que intentamos encajar las ondas en nuestras ideas preconcebidas de posiciones y velocidades. La consecuente falta de ajuste sería la causa de la impredecibilidad aparente.

En efecto, hemos redefinido el papel de la ciencia como el descubrimiento de las leyes que nos permiten predecir sucesos dentro de los límites impuestos por el principio de indeterminación. Subsiste, sin embargo, la pregunta de cómo o por qué fueron escogidas las leyes y el estado inicial del universo (Hawking, 1989: 178).

Hawking y Penrose (Hawking, 1989; Hawking y Penrose, 1996) han sido los grandes divulgadores de la mecánica cuántica a nivel cosmológico. El primero está considerado como el gran continuador de los trabajos de Einstein sobre la relatividad espacio-temporal<sup>9</sup>, y sus

trabajos sobre la existencia de los agujeros negros es uno de los casos de divulgación científica más exitosos y conocidos.

Los planteamientos del relativismo cuántico y espacio-temporal consiguieron una gran implantación en todos los campos de la investigación. Pero esta implantación no se realizó mediante el tamiz crítico (recordemos los trabajos antes mencionados de Sokal y Bricmont) que habría permitido una visión más ajustada de las dudas y confusiones epistemológicas (que no ontológicas) de la nueva visión. Confusiones especialmente evidentes en las obras de divulgación en donde se ofrece, a diferencia del artículo técnico concreto, una visión general contextualizada del trabajo a realizar (como por ejemplo la cita anterior de Hawking). Se puede reconocer un problema en la comprensión y uso de categorías básicas y procedimientos lógicos del conocimiento (Hawking, 1989; Hawking y Penrose, 1996; Prigogine, 1997a). En el caso concreto de Hawking, y tan sólo como muestra (1989), una borrosa confusión entre el determinismo y la teoría interpretativa científica (y para una revisión profunda y de gran interés de las propuestas de Hawking desde el materialismo histórico: Woods y Grant, 1995: 209-226). Una visión desde posiciones más implicadas en un conocimiento intenso de la filosofía de la ciencia evidenciaba que muchos de los problemas a los que se enfrentaba (y enfrenta) la investigación cuántica no surgen en base a elementos de la materialidad, sino en base a la inadecuación de procedimientos lógicos empleados o confusiones en relación a conceptos o categorías básicas del conocimiento.

Y además hay que reconocer que la lectura que realizó la física de los nuevos resultados fue mucho menos determinista que la que realizaron otras disciplinas al realizar la transpolación a la propia investigación antes mencionada: la indeterminación estaba presente en nuestro universo desde la escala más mínima (física de partículas sub-atómicas) hasta la escala máxima del Cosmos (astrofísica), pero al lado del nuevo relativismo macro y micro la vieja y rutinaria mecánica newtoniana continuaba funcionando en todos y cada uno de nuestros días.

Ante la situación, la Física ha trabajado en una revisión de sus instrumentos interpretativos. Como decíamos, la proyección del problema no se realizó hacia la realidad, considerándola entrópica, sino hacia el aparato teórico-interpretativo que se había utilizado hasta aquel momento. El planteamiento ha sido descubrir que la realidad posee una dinámica que la interpretación vigente era incapaz de explicar. Consecuentemente, era necesario repensar los instrumentos epistemológicos empleados. El descubrimiento de Planck fue, no lo olvidemos, un accidente; y toda investigación está condicionada por lo que se espera encontrar (Wagensberg, 1998). A partir de este punto, es fácil sospechar que los planteamientos de la física del futuro más cercano, de la física cuántica especialmente, pasan por la recuperación de capacidades de trabajo, de lógicas dinámicas, en los términos que veremos en las páginas finales de este artículo.

La aplicación de transpolaciones automáticas y automatizantes, poco respetuosas con las precauciones sí expresadas por la física cuántica, a disciplinas enfrentadas con una realidad de gran complejidad (las primeras aplicaciones de la indeterminación fuera de la cuántica fueron aplicadas por Lorenz a la meteorología), comportaron el nacimiento de la popular Teoría del Caos.

La misma dinámica intrínseca a la materia y energía de indeterminación y entropía (aquí se produciría la incorporación concreta del segundo principio de la termodinámica) hacia imposible vertebrar un planteamiento de investigación cuyo objetivo fuera la generación de una predictibilidad y el reconocimiento de pautas regulares. Ya hemos visto la asunción de esta premisa que realiza Lyotard. El orden, bajo la perspectiva racionalista clásica, es inalcanzable. El físico Jorge Wagensberg propone una asociación de conceptos entre las oposiciones "orden-entropía" e "individuo-mundo", donde las asociaciones resultantes son: orden=individuo y entropía=mundo (Wagensberg, 1998). El homocentrismo del planteamiento idealista (no en vano Wagensberg reivindica a Schrödinger (Wagensberg, 1998: 80 y ss.), resulta evidente, y siendo bastante indicativo del momento actual de la física (apuntado más arriba) buscando, redescubriendo, en la filosofía del conocimiento, soluciones para las paradojas de sus resultados.

#### 4. Una solución compleja.

"A menudo se ha hecho referencia a esto con el nombre de efecto mariposa: una mariposa bate las alas en la selva tropical del Amazonas y pone en marcha sucesos que producirán una tormenta en Chicago. Sin embargo, la siguiente vez que la mariposa bate las alas, no hay ninguna consecuencia meteorológica. Esta es la base de la impredecibilidad." (Lewin, 2002: 24).

Esta cita de Roger Lewin (autor conocido en el campo de la arqueología, pese a no ser arqueólogo, por su obra *Evolución Humana*) es el ejemplo por antonomasia de los planteamientos realizados sobre la Teoría del Caos. La nueva propuesta caótica, surgida de los trabajos y conclusiones de la física que acabamos de revisar, consiguió con celeridad una elevada difusión en las más diversas disciplinas de la investigación, llegando a configurarse como una teoría explicativa concreta y específica: la Teoría del Caos (Prigogine, 1997a y b; Solé y Manrubia, 1996).

Pero este mismo éxito implicaba, de forma paradójica, la desarticulación y destrucción del edificio científico desde donde se generaba la misma propuesta. Los planteamientos e



investigaciones de Planck no se alejaban de la ortodoxia del método científico; y es de sobras conocido el posicionamiento de Einstein respecto a los resultados de sus propios trabajos, expresado en la frase "*Dios no juega a los dados*".

La asimilación acrítica y monolítica de los planteamientos de la Teoría del Caos comportaba, necesariamente, la entrada de la investigación científica en un callejón sin salida. Todo intento de desarrollo de futuro de la ciencia llevaba consigo un estado de cuestionamiento intrínseco en base a la imposibilidad de poder asegurar la consecución de los objetivos y rendimientos perseguidos. Cualquier intento de investigación podía darse de bruces con la indeterminación caótica, en último y definitivo término.

Además, las implicaciones epistemológicas del planteamiento básico sobre la ontología de los objetos de estudio y conocimiento quedaban evidenciados: las lecturas sobre la ciencia realizadas desde la postmodernidad, advirtiendo de su subjetivismo y carga política subyacente, resultaban aún más coherentes desde el momento en que la misma base material del edificio se resquebrajaba. La ciencia desde una perspectiva neo-liberal. Si tenemos en cuenta el marco socio-histórico de la producción, irrupción y desarrollo de los planteamientos caóticos (a partir de los últimos momentos de la década de los setenta, y las dos décadas siguientes) para el hemisferio occidental (momentos finales del enfrentamiento de los dos bloques mundiales, en plena victoria de la "revolución" ultraderechista anglosajona), las consecuencias para la investigación científica (es decir, su financiación) son evidentes.

Las reacciones de respuesta por parte del colectivo científico no fueron ni rápidas ni inmediatas ni unitarias. Sin embargo, en un caso concreto, recogió líneas de trabajo hasta el momento no tenidas en cuenta de forma muy entusiasta por la Academia, pero que ya venían trabajando desde inicios-mediados de la década de los setenta. La década de los ochenta significó los inicios del drástico cambio de rumbo de una parte importante de la investigación para empezar a interesarse por la Teoría de la Complejidad. De forma paulatina este interés ha ido incrementándose lenta y constantemente, hasta la actualidad; pese a no tratarse de un planteamiento de investigación preponderante en nuestros días, el autor de la edición en castellano del libro de R. Lewin añade la predicción, en la presentación de la obra, que la ciencia de la complejidad será la ciencia del s. XXI, en contraposición a la ciencia de la simplicidad, de la sencillez, que ha sido la preponderante desde finales del s. XVIII hasta nuestros días (Lewin, 2002; Morin, 2003). La nueva propuesta concentraba su atención en la complejidad existente de forma consubstancial a la realidad; era el análisis de esa complejidad la clave para poder articular una capacidad explicativa frente al desorden caótico reconocido por la teoría caótica.

Así, progresivamente, propuestas de investigación que empleaban planteamientos complejos fueron apareciendo en todos los ámbitos de la ciencia. Las ciencias sociales y, obviamente también la arqueología, no han sido una excepción; y diferentes trabajos, explícita o

implícitamente articulan elementos de la propuesta de la complejidad o bien la analizan para evaluar sus posibilidades: Brown y Witschey, 2003; Calvo, 2002; Henrickson y Mckelvey, 2002<sup>10</sup>; Kauffman, 1995; Ke *et al.*, 2002; Kosee, 2001; Klüver, 2004; Klüver y Schmidt 1999; Lewin, 1994 y 2002: 13-36; López Borgoñoz, 1998 y 1999; McGlade J., 1999; Rodríguez *et al.*, 1995; White y Houseman 2003, entre muchos otros trabajos.

No hemos de entender, a partir de estas observaciones, que la propuesta compleja tan sólo fue la respuesta de un colectivo social (el científico) destinada a mantener su *modus vivendi*. Sería una gran injusticia. De hecho, tampoco es correcto considerar la existencia de una Teoría Compleja. En todo caso, es necesario mencionar diversas y diferentes líneas de investigación interesadas en el fenómeno de la Complejidad.

La Teoría de la Complejidad ofreció una alternativa frente al nuevo panorama generado desde la Teoría del Caos. Posibilitaba la reactivación de la maquinaria científica al poner de manifiesto que las interpretaciones caóticas, articuladas en base a la segunda Ley de la Termodinámica y la existencia inevitable de la tendencia a la entropía, podían ser tenidas en cuenta en su justa medida<sup>11</sup>: no existe un cuestionamiento radical del principio caótico por parte de la Teoría de la Complejidad, sino una corrección más “adecuadora” que no “desautorizante”<sup>12</sup>. Es más, el enfrentamiento de la “nueva ciencia compleja” con el “viejo edificio determinista” fue (y es) del mismo tipo que la realizada en su momento por la teoría caótica. Tan sólo hay que destacar la diferencia de intereses existente entre las dos vías de investigación: si un rasgo está presente en la ciencia racional-empirista es su búsqueda de la simplicidad y la sencillez; precisamente, la antítesis de la Complejidad. La nueva propuesta no pretende interpretar simplificadoramente el mundo. Y, en segundo lugar, y hecho más que evidente además, mencionar que ninguna de las líneas de trabajo de la complejidad han propuesto, por el momento, desarticular la presencia caótica en sus propuestas.

Así, fijemos de forma diáfana que, pese a tratarse de líneas con desarrollos diferentes (como más adelante veremos) las bases ontológicas y epistemológicas de ambas propuestas son las mismas. La Teoría de la Complejidad no invalida la presencia azarosa y, en algunos casos, caótica. Lo que oferta como alternativa a esta última es reconocer la esencia de este azar para poder determinar si es abarcable en los términos de los propios instrumentos de análisis. Determinar qué porción del desorden que observamos es verdaderamente azarosa y qué porción producto de la complejidad.

Y en este punto del discurso, empezar a introducir elementos básicos del pensamiento complejo. La asociación común (en la perspectiva de nuestro “sentido común”) entre Desorden y Caos no es la utilizada en estos análisis. Ylía Prigogine, uno de los nombres básicos de la propuesta compleja, no considera como asimilables ambos elementos. El primero surge del segundo, juntamente con el orden. Y el único concepto asimilable para Caos es el de inestabilidad, asociada, inevitablemente, a la de dinámica<sup>13</sup>.

Wagensberg, por ejemplo (1998), propone como elemento básico para la interpretación y comprensión de la nueva línea de trabajo que existe una naturaleza del azar múltiple y diversa. No es cierto que exista un único azar. En todo caso, diferentes tipos de azar.

En primer lugar, es necesario reconocer el azar provocado por la ignorancia. Es decir, producto de la incapacidad de nuestro planteamiento interpretativo frente a un fenómeno concreto. Indicar la presencia de una causa azarosa es la solución errónea (errónea en tanto que generadora de confusión) utilizada al no poder determinar una causalidad dada: no existe una causa azarosa sino que somos incapaces de reconocer ninguna científicamente contrastable. Así, esta conceptualización del azar no estaría referida a la presencia de una bifurcación no retornable (en el sentido estricto de la ciencia física, tal y como las veíamos en páginas anteriores) sino que “reside” en las categorías explicativas de nuestra propuesta, en la capacidad (o, mejor dicho, la incapacidad) de nuestra teoría para explicar un fenómeno concreto. No es, pues, azar sino ignorancia o, mejor dicho, incompetencia.

Frente a esta comprensión se vertebra una segunda conceptualización del azar. El azar propiamente dicho o azar absoluto. El Azar. La fenomenología de la indeterminación causal en base a un parámetro de predictibilidad. Un azar caracterizado por su doble naturaleza:

Atendiendo a la termodinámica de los procesos irreversibles que hemos examinado en el capítulo anterior, el azar muestra al menos dos aspectos o comportamientos distintos. Existe un azar corrosivo y deshacedor contra el que luchan las leyes termodinámicas de la adaptación; es un azar disciplinado por la componente rutinaria y conservadora de la esencia del cambio. En términos del cambio biológico diríamos que es un azar vencido por la voluntad de los sistemas que quieren conservar lo conseguido. Pero también existe un azar hacedor y creador con el que especulan las complejidades espontáneas lejos del equilibrio termodinámico. El azar creador representa el aspecto innovador y revolucionario de los sistemas complejos y, muy en particular, de los sistemas vivos. Es un azar necesario como suministrador inagotable de complejidades nuevas (Wagensberg, 1998: 51- 52).

Tal y como refleja la cita, el azar está vinculado a la complejidad. Es su tercera acepción. De la misma manera que la complejidad está vinculada al azar. Raíza, Pachano, Pereira y Torres, en su compilación (y reflexión) sobre qué es la Teoría de la Complejidad, realizan una lectura desde la óptica compleja de la teoría caótica y vertebran un claro ejemplo de la base común epistemológica que antes ya advertíamos:

En la matemática del Caos, las cosas no ocurren al azar, las condiciones iniciales son determinantes, pero el producto –por ser dinámico y complejo– entraña un resultado prácticamente impredecible (Raíza *et al.*, 2002: 21).

Y es que si algo es reconocido unánimemente por todas las voces que han hablado sobre la complejidad es la dificultad para obtener una definición clara y operativa sobre el propio

objeto de estudio (Lewin, 2002; Morin, 2003; Raiza *et al.*, 2002; y Solé y Manrubia, 1996). La Complejidad, como categoría operativa de trabajo es, más que una entidad propia, una característica de la realidad (evidenciando la vigencia de la teoría materialista en una posición difícilmente discutible y en contra de las propias estrategias de investigación). E, intrínsecamente, la realidad, toda ella, se caracteriza por su complejidad. La primera visión que ofrece esta piedra angular de la Teoría Compleja es, más bien, un juego de palabras que una (auto)definición esencial. Como si no existiera la intención de generar una representación clarificadora de la realidad (ya lo hemos apuntado más arriba) y su característica más importante para la explicación científica; manteniendo un *totum revolutum* poco explicativo:

La complejidad es una palabra problema y no una palabra solución (Morin, 2003: 22).

A primera vista la complejidad es un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico (Morin, 2003: 32).

Lo que algunas autorías denominan “Paradigma Complejo” (Raiza *et al.*, 2002) o “Pensamiento Complejo” (Morin, 2003) vertebrada una propuesta de interpretación científica con el objetivo último de eliminar la impredecibilidad de nuestros análisis de la realidad. Para alcanzar este objetivo, asume la necesidad de una comprensión de la realidad (globalmente y, al mismo tiempo, en cada una de las divisiones que la ciencia ha generado para su investigación y estudio) eliminando todo prejuicio sobre nuestra incapacidad para asumir el azar en las interpretaciones que generaremos. Las bases del paradigma complejo trabajan asumiendo los principios de incompletitud e incertidumbre. Hasta aquí, podemos hablar de una unidad básica esencial y una única Teoría de la Complejidad, pero a partir de este límite la propuesta se convierte en, inevitable y curiosamente, compleja. Es decir: diversa y dinámica.

No hay una única propuesta de definición y comprensión de la causalidad de la complejidad a la que nos enfrentamos en el mundo real. Dentro del mismo paradigma/pensamiento/propuesta, las posiciones son diversas y variadas.

Son múltiples los aspectos a tener en cuenta para comprender tanto la base común inicial, como gran parte de las diferentes aproximaciones o “ramas” que han ido (y están) surgiendo.

En primer lugar, las bases epistemológicas (especialmente para nuestro ámbito, el europeo): los planteamientos del sociólogo Edgard Morin con su obra *El Pensamiento Complejo* son reconocidos como elemento inicial de muchos desarrollos actuales de la Complejidad (Raiza *et al.*, 2002: 1-10). La evolución de los trabajos de Morin hace que la visión general que

de él se tiene desde los actuales desarrollos de la Complejidad sea más como el gran compilador-vertebrador que considerarlo como el fundador inicial sobre el cual se ha basado un posterior desarrollo del pensamiento complejo ajeno a él.

Trabajos, los de Morin, con una serie de premisas básicas por encima de las cuales la inmensa mayoría de las reflexiones de y desde la Complejidad han optado por pasar con un silencio más que significativo.

Las bases intelectuales y científicas de Morin son las producidas por el pensamiento marxista (materialista histórico, materialista dialéctico...) del contexto crítico universitario de los sesenta que apuntábamos algunas páginas más arriba. Y la base explicitada de la dialógica (Morin, 2003: 105), entendida como el principio elemental del razonamiento lógico complejo, es la línea de pensamiento dialéctico (históricamente contextualizado, es decir, históricamente desarrollado) que va de Hegel a Lukács. Y, evidentemente, con Marx en el momento central, básico, de esta línea (Raiza *et al.*, 2002; y, ante todo, Morin, 2003). A título de reflexión en voz alta: ¿hasta qué punto Lukács ha de ser el punto final de una línea que, en realidad, continúa con la dialógica compleja moriniana? Sobre estos aspectos regresaremos más tarde, en nuestra propuesta de esbozo de conclusiones.

Y es que él mismo reconoce que su línea de trabajo se ha caracterizado por una gran complejidad (curiosamente) pasando, sucesiva y multidireccionalmente, por la Teoría de Sistemas de von Bertalanffy, la Teoría de la Comunicación e Información, la Cibernética, la Física Cuántica, la Biología, etc. (Morin, 2003). Su gran aportación habría sido, pues, el ensamblaje de diferentes instrumentos de análisis operativos, sobre la base de la dialógica, aplicados a un antiguo objetivo investigador.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta cuál es el desarrollo básico de las propuestas complejas en las diferentes disciplinas. El nuevo planteamiento encontró un espacio de aceptación, al mismo tiempo que de producción, fecundo y de calidad en las disciplinas donde la aparición de los resultados de la comprensión caótica de la materia entraban en conflicto de forma más acusada con la evidencia del objeto de estudio o conocimiento. Fue desde las ciencias de la vida que los planteamientos complejos consiguieron la inversión en esfuerzo necesaria para iniciar su progresivo desarrollo y reconocimiento.

Este gran interés que supuso la nueva propuesta para este ámbito de la investigación implicaba, necesariamente, una influencia importante sobre el pensamiento complejo de las propuestas teórico-interpretativas vigentes en aquel momento en la investigación y debates de la ecología, biología, etología, etc. Producto de esta interrelación, muchas de las propuestas que podemos leer actualmente en el pensamiento complejo son, pese a lo novedoso que puedan incorporar, de corte netamente funcionalista, neo-evolucionista de base darwinista<sup>14</sup> (Boyd y Richerdson, 1994) o partícipes de la Teoría sistémica bajo los parámetros más clásicos de esta



última. Y aportes interesantes que la dialógica (¿dialéctica?) podía realizar, resultaron relegados ante la presencia de estos marcos teóricos.

Destacar, además, que estas disciplinas continúan siendo las más avanzadas y concentradas en la aplicación, diseño y desarrollo de soluciones “complejas” en sus investigaciones, pero eminentemente con la perspectiva de estas teorías substantivas.

En tercer lugar, reconocer el momento histórico (y nos referimos a nivel del desarrollo tecnológico) de generación de la propuesta compleja como un factor, también, caracterizador y fundador. En el libro de Roger Lewin, *Complejidad. El Caos como generador del orden* (Lewin, 2002) se manifiesta cómo muchos de los intereses por la complejidad se iniciaron a mediados de la década de los setenta. La Tercera Revolución Industrial (la del silicio; la de la computación) se encontraba en sus inicios, posibilitando instrumentos de trabajo preparados para asumir volúmenes de cómputo de gran tamaño y complejidad. La capacidad de los análisis relacionales se había visto incrementada exponencialmente gracias, no a la existencia de máquinas de cálculo complejo (hecho ya existente con anterioridad), sino a la generalización de su uso en la investigación. La informática (esencial y etimológicamente: información automática) será una de las características básicas del desarrollo de la propuesta compleja.

Así pues, y a modo de síntesis, podemos reconocer tres características como elementos básicos en la propuesta de la complejidad: Caos, información e interacción. Estas son las tres variables definidoras de la realidad situada dentro de la esfera de la complejidad e intrínseca a ella. Y recogidas, explicitadas y articuladas en la propuesta de Morin.

El planteamiento complejo propone identificar el Caos<sup>15</sup> en tanto que comportamiento dinámico presente en la materia. Esta estrategia de reconocimiento de la dinámica como elemento de análisis a desarrollar para poder delimitar el Caos al detalle es esencial en la propuesta. La entropía existe pero no es absoluta; el orden cohabita en la realidad con el desorden. Frente a la entropía existe la neguentropía<sup>16</sup>, según la paradoja de Schrödinger resuelta por Brillouin con la incorporación del concepto de información (Raiza *et al.*, 2002: 4). Si somos capaces de reconocer cuáles son los límites del Caos, podemos reconocer también, cuáles son los límites del Orden y, a partir de este punto, reconocer sus pautas de regularidad. Y podremos, al mismo tiempo, reconocer cuáles son los límites de nuestra capacidad de conocimiento con los actuales instrumentos de análisis que empleamos (la comprensibilidad de aquello comprensible (Wagensberg, 1998: 57). Así, si acaso, el Caos es un subconjunto de la complejidad global (Lewin, 2002), una característica más de la complejidad; un sub-conjunto constituido por la existencia en la realidad de ámbitos caracterizados por los sistemas dinámicos no lineales.

Pero la complejidad no se reduce a la incertidumbre, es la incertidumbre en el seno de los sistemas ricamente organizados (Morin, 2003: 60).

La zona del límite del Caos viene determinada por los sistemas dinámicos que conforman la realidad, definidos en función de sus propias dinámicas internas. Así, éstos pueden identificarse en diferentes tipos de sistemas: fijos, periódicos, caóticos e intermedios (situados, estos últimos, entre los caóticos y los dos anteriores)<sup>17</sup>. De todos éstos, los sistemas intermedios constituyen el ámbito de delimitación del Caos (Lewin, 2002: 65). Son El límite del Caos. Conocemos la definición y causalidad de la esfera de incidencia del Caos (el principio de indeterminación de Heisenberg, base de la física cuántica); pero ¿cuál es la base del ámbito de los sistemas fijos que son, en definitiva, las pautas de regularidad en el movimiento que nos interesan?<sup>18</sup> Para los principios del pensamiento de la complejidad, la autoorganización.

Autoorganización reconocida a partir de la propuesta realizada desde la matemática de estructuras axiomáticas, del *self-reproducing automata*, por Von Neumann. Ésta será la primordial característica del Orden.

Autoorganización<sup>19</sup> entendida como producto de las estructuras disipativas<sup>20</sup>, en las cuales la relación adaptacionista con el entorno, es decir, el cambio entendido como adaptación, se realiza en base al intercambio entre información (orden) y entropía (desorden) (Wagensberg, 1998).

Autooiesis (otro de los instrumentos interpretativos elementales de la propuesta compleja: Maturana y Varela, 2004<sup>21</sup>), que comprende tanto la autoorganización como la autocreación (Raiza *et al.*, 2002: 16). La propuesta de Boltzmann, aproximando el concepto de entropía al de diversidad (Solé y Manrubia, 1996: 19, en una demostración de aplicación a la ecología), asume una interpretación que se engloba, plenamente, en una dinámica sistémico-adaptacionista: planteamiento (o estado inicial), crisis, adaptación, autoorganización como estado final del proceso en que la realidad consigue un nuevo estado (Wagensberg, 1998: 29 ss.). La información se convierte en la pieza básica del procedimiento de cambio (recordemos los párrafos anteriores en que contextualizábamos las diferentes líneas de trabajo y pensamiento que convergen y conforman la propuesta compleja): capacidad de anticipación del sistema, dinámico, frente a la incertidumbre existente en el entorno-medio, para auto-modificarse y conseguir una adaptación exitosa, en tanto que permite (y es el hecho que constata su existencia y éxito) la supervivencia (Wagensberg, 1998: 48).

La región del límite del Caos será, consecuentemente, la región donde el procesado de la información será (es) más intenso, considerable y, ante todo, más efectivo (Lewin, 2002: 67).

A lo largo de este texto veremos la aparición de complejidad en sistemas de todo tipo. Pese a la aparente contradicción con la segunda ley, que se aplica a sistemas cerrados, los sistemas que nos interesan son sistemas abiertos que intercambian energía y materia con el exterior. Este intercambio tiene a veces un aspecto especial: lo que se intercambia es, de hecho, información. A partir de sistemas formados por elementos simples, alejados del equilibrio, la vida se autoorganiza de formas sorprendentes (Solé y Manrubia, 1996: 15)<sup>22</sup>.

El límite del Caos es la región de la realidad en donde, de forma más considerable, por la respuesta adaptativa del sistema, ente, ser, máquina, etc..., frente a una modificación de su entorno o medio, se produce un intercambio de información entre el primero y el segundo.

Todo cambio finaliza por y con un estado en el que el sistema se estabiliza e interrumpe los niveles de intercambio de información con el entorno. Mediante la presencia de otra de las categorías esenciales de la complejidad: el atractor extraño. Atractor extraño no entendido como un agente taumatúrgico externo, sino como un punto en que el orden (neguentropía) queda reestablecido y el sistema nuevamente se aleja del límite del Caos (Lewin, 2002: 34)<sup>23</sup>. El atractor extraño es parte de la misma dinámica de generación de neguentropía, de Orden, de Orden Complejo.

Disipación de la entropía en el medio (*output*), a la vez que obtención (*input*) de orden (es decir, en realidad nueva información intercambiada por propia información) a partir del medio en el que existe. Interacción del sistema (o ente) en el medio en el cual existe: "Se trata de la primera componente de la nueva esencia del cambio: *la adaptación de un sistema a su entorno*" (Wagensberg, 1998: 37)<sup>24</sup>.

En definitiva, y una vez revisadas las citas anteriores, la comprensión del cambio pasa por el ajuste al modelo característico de una estructura sistémica; la cual se adapta a las fluctuaciones que la afectan, llegadas de y desde el medio en donde existe. Independientemente de la razón última de la causalidad del cambio, sea esta un atractor extraño, una catástrofe del medio, etc...

Dada una situación de planteamiento inicial (Estadio 1), el equilibrio sistema-sistema medio (el medio, coherentemente, tenemos que entenderlo también como un sistema) es alterado por una crisis<sup>25</sup> (Estadio 2). El sistema disipará la entropía en el medio adaptándose a la nueva situación y los *inputs* recibidos (Estadio 3), llegando, finalmente, a una situación de autoorganización interna que reestablece la situación de equilibrio con su entorno (Estadio 4). El movimiento de la materia, de la realidad en definitiva, no es nada más que constantes adaptaciones frente a los *inputs* recibidos<sup>26</sup>. Pero la superación de la crítica que se realizó contra la Teoría de Sistemas en su momento, se consigue con la incorporación de la Complejidad como elemento, a la vez, objeto de la investigación y explicativo. La Complejidad es la característica básica de la creación de orden en la realidad. El orden tan sólo se puede crear mediante complejidad.

Puntualicemos algunos datos importantes. Es más que evidente la importancia que ocupa la teoría de la información en la propuesta compleja. La información es uno de los elementos básicos de la interacción entre los dos ámbitos dinámicos opuestos: orden y desorden, entropía y neguentropía. Al mismo tiempo, la articulación teórica de la interpretación es claramente adaptativo-evolucionista<sup>27</sup>: aquellos sistemas que consiguen una

autoorganización más efectiva y de forma más rápida son aquéllos que conseguirán continuar (¡automodificados!) existiendo. Curiosamente, la zona de mayor interés para el desarrollo de la complejidad y la evolución en general (en la línea de un darwinismo clásico) será la zona más próxima al límite del Caos: la necesidad de automodificarse viene impuesta por la necesidad, obvia e inevitable, de la supervivencia. Aquellas autoorganizaciones más efectivas en su mutación adaptativa conseguirán antes el estado de orden que les posibilita la supervivencia.

En relación a la vertebración del intercambio de información de las estructuras disipativas en la entropía del entorno (el cómo), es absolutamente imprescindible destacar un punto de gran importancia presentado en un fragmento anterior de los trabajos de Solé y Manrubia. La cita, referida a la Segunda Ley de la Termodinámica, dice textualmente:

Pese a la aparente contradicción con la segunda ley, que se aplica a sistemas cerrados, los sistemas que nos interesan son sistemas abiertos que intercambian energía y materia con el exterior (Solé y Manrubia, 1996: 15).

Y muchas de las divulgaciones (que no comunicaciones científicas especializadas) de las Teorías del Caos y de la Complejidad no mencionan esta importantísima condición de aplicación de la Ley. La inmensa mayoría de los sistemas dinámicos cerrados existen exclusivamente bajo condiciones de experimentación, es decir, de desarrollarse en condiciones bajo control; no de una realidad interactuante no condicionada. La capacidad explicativa de la propuesta compleja, así pues, pierde gran parte de su (auto)reconocida efectividad.

Este planteamiento, sin embargo, no es el único dentro de los trabajos del pensamiento complejo. Otras líneas dentro del mismo conjunto, por el contrario, articulan una concepción del mismo límite del Caos como punto de encuentro de ambas esferas dinámicas (orden y desorden), entendiéndolo como límite caracterizado por la homeóstasis, por el equilibrio homeostático. La propuesta, obra de Lynn Margulis y James Lovelock (Lovelock, 1993), que da inicio y cuerpo a esta opción, es la interpretación del sistema ecológico de nuestro planeta como un único sistema, global, absoluto, vivo, complejamente interactuante:

Si gran parte de la naturaleza baila al son de los sistemas dinámicos complejos, entonces las consecuencias tienen que ser aparentes desde los organismos sencillos al modo en que funciona todo el planeta. Los fenómenos de la generación espontánea del orden y la adaptación al límite del caos moldearían lo que vemos, con un nivel construido sobre otro, una jerarquía de efectos, con Gaia como expresión última. En caso de ser cierto<sup>28</sup> (Lewin, 2002: 131 y 132).

“Gaia” sería el planeta, como ente vivo global. El todo global complejo, interconectado, interactuante y dinámica constante.

Consecuentemente, el tercer elemento definitorio de la complejidad, relegado a una última lectura cuando, precisamente desde nuestra óptica del materialismo histórico y dialéctico, es el más operativo e importante, será la interacción.

Según el planteamiento complejo, la interacción es, de forma completamente paradójica, consecuencia de las características previas que hemos revisado y, al mismo tiempo, causa de las mismas. La interacción es la causa primera de la complejidad, como se puede apreciar al releer los párrafos anteriores, esta vez con este nuevo concepto como elemento clave para su lectura y comprensión.

Edgard Morin articula una triada interpretativa, definitiva, para la complejidad:

Diré, finalmente, que hay tres principios que pueden ayudarnos a pensar la complejidad.

El primero es el principio que llamo dialógico (...).

El segundo principio es el de recursividad organizacional (...). Un proceso recursivo es aquél en el cual los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquéllo que los produce (...).

El tercer principio es el principio hologramático. En un holograma físico, el menor punto de la imagen del holograma contiene la casi totalidad de la información del objeto representado. No solamente la parte está en el todo, sino que el todo está en la parte (...). De allí que la idea hologramática esté ligada, ella misma, a la idea recursiva que está, ella misma, ligada a la idea dialógica de la que partimos" (Morin, 2003: 105).

Dejando a un lado la relación más que manifiesta, mejor digamos evidente, entre el principio hologramático y la geometría fractal de Benoit Mandelbrot<sup>29</sup>, se nos muestra de forma diáfana, creo, la vinculación con la dialéctica que ya apuntábamos en páginas anteriores. La cita habla por sí misma.

A nivel de las estructuras esenciales del pensamiento lógico empleado (que no de la teoría interpretativa explicitada), muchas de las soluciones interpretativas propuestas para evidenciar y explicar la complejidad como elemento necesario para una investigación de la realidad podríamos hallarlas, siendo conscientes de las diferencias, en las páginas de obras clásicas de la lógica dialéctica (por ejemplo: De Gortari, 1965 y 1970).

El caso más evidente es, obviamente, la articulación de la dialógica. Y todas las interpretaciones incluidas en el pensamiento complejo que hemos podido revisar han concebido sus propuestas, necesariamente, en el marco del movimiento inevitable de la globalidad (incluso bajo parámetros sistémicos o adaptacionistas). La realidad tan sólo puede ser entendida como realidad caracterizada por su dinámica (el cambio, la autoorganización constante, la autopoiesis, etc...). Producto de la anterior es el reconocimiento del conjunto de la realidad en tanto que su diversidad (necesaria para la existencia de la inestabilidad: entropía y neguentropía, sistemas dinámicos, etc...). Complejidad es diversidad. Diversidad de elementos en dinámica constante de interconexión a nivel de flujos informativos provocados por sucesos catastróficos,



adaptaciones sistémicas frente a *inputs* del entorno, pautas de regularidad (o no) de amplio espectro, etc...

Así pues, es necesario reconocer que gran parte del aparato básico interpretativo del pensamiento de la complejidad, en lo referente a la lógica utilizada y al análisis de la realidad y su movimiento (insistamos en que no la causa de ambos; pregunta, según acabamos de ver, ampliamente respondida por la Teoría de Sistemas y los planteamientos adaptacionistas) se asienta sobre los principios básicos de la Dialéctica<sup>30</sup>.

Pero existe una diferencia básica entre estas "adaptaciones" y las capacidades explicativas de la Dialéctica como instrumento lógico: en ninguno de los ejemplos que hemos podido revisar está presente la dinámica interna del autodesarrollo. El movimiento, absolutamente necesario en todas las teorías revisadas, dado que es el único elemento explicativo de la posibilidad y capacidad interactuante de la diversidad, no está reconocido, *per se*, en la dinámica interna de los sujetos. Sean estos dinámicas, sistemas o seres; sean colectivos sociales, máquinas, especies o biotopos (Lewin, 2002).

La línea resolutive presentada (esta "Teoría de la Complejidad" que hemos ido revisando a lo largo de estas páginas) es plenamente sistémica y cibernética (¡automática!); toda entidad real es un sistema formado por la diversidad de elementos unitarios los cuales, individualmente, no conforman, *per se*, una posibilidad de movimiento; es decir, cambio y dinámica. Es la misma interacción, sistémica, externamente generada, de los elementos (recordemos, nuevamente, el concepto de autopoiesis) la generadora del movimiento. La propuesta, basada en un eclecticismo no ocultado, intenta ser coherente con todas las epistemologías y metodologías empleadas (incluida la Dialéctica), hecho alcanzable mediante la eliminación de aquellos elementos de las líneas interpretativas que implicarían una contradicción irresoluble.

Frente a la evidencia de la complejidad de la realidad, la Dialéctica se convierte en un instrumento interesante por operativo. Y se aprovecha buena parte de su aparato interpretativo (categorías, leyes, conceptos,...) desestructurándola y devaluándola como propuesta unitaria, consiguiendo elementos esenciales para la resolución de problemas interpretativos de la nueva vía de análisis. Pese a todo, destacar dos necesarias preguntas finales: ¿Cuán nueva es la novísima Teoría de la Complejidad? Y de la supuesta capacidad explicativa de ésta ¿cuánto es debido a la Dialéctica?

## **5. Algunas anotaciones y reivindicaciones, a modo de conclusión.**

### **5.1. Anotaciones.**

Ya hemos visto cómo y con qué bases surge la Teoría de la Complejidad. La propuesta intenta generar una capacidad explicativa que supere el *impasse* anteriormente fijado por el postmodernismo (pese a tratarse de una producción ligada al postmodernismo). Su gran virtud

es no entrar en conflicto con formas interpretativas previas de forma agresiva o traumática (teoría sistémica, caótica, evolucionismo, adaptacionismo, etc...), a la vez que posibilita avanzar en estas líneas. Además, posee la gran potencialidad evidente de fijar un objetivo de investigación que afecta a la globalidad de las ramas de la ciencia: la problemática de la diversidad compleja de la realidad. No su causalidad, hecho éste que no se considera una problemática prioritaria de la complejidad, o bien se considera como ya resuelta desde otros ámbitos explicativos (evolucionismo, teoría de las catástrofes, etc.) (Lewin, 2002), sino la articulación de instrumentos generadores de representaciones operativas de la realidad compleja-diversa que no desvirtuen la dinámica relacional y su importancia.

La propuesta del pensamiento complejo, asumido de forma acrítica, se ha convertido en un gran vehículo de reactivación, gracias a una pátina de novedad y cientifismo, de antiguas teorías interpretativas sociales. Y éste es el elemento de interés para la arqueología de esta revisión de la bases de la Teoría Compleja.

Así como sucedió en el desarrollo de la *New Archaeology* en la pasada década de los sesenta, de nuevo se repite la transposición acrítica de propuestas de otras disciplinas, supuestamente más científicas, de forma automatista y simplificada y, quizás, no ingenua ni inocentemente. Y, al respecto, recuperemos la clara evidenciación de la falta de inocencia de ésta-aquella “vieja-nueva arqueología”, recogida en los conocidos artículos de M. Gándara (Gándara, 1982a y b).

Estas propuestas desde el análisis de la complejidad han implicado una lectura específica en arqueología (y, al respecto, recordar el interés de R. Lewin por la Arqueología que, en nuestro ámbito más inmediato, se vió reflejado en su obra *Evolución Humana*: Lewin, 1994). Básicamente, las lecturas adaptativo-sistémicas que acabamos de ver (surgidas del marco de la ciencias de la vida, como ya indicábamos antes) implicaron en esta traspolación acrítica a la arqueología una reactivación (si es que en algún momento había desaparecido) del darwinismo social o, aún más concretamente, la teoría histórica spenceriana. Para no reproducir el esquema interpretativo estrictamente evolucionista clásico, esta “nueva” forma de entender la arqueología si incorpora la advertencia de no asimilar el incremento de la complejidad al progreso evolutivo (Lewin, 2002: 151). La ciencia arqueológica que proponen se encuentra, conscientemente, al margen del reconocimiento de las dinámicas sociales entendidas como algo más que una compleja adaptación:

Así pues, la visión spenceriana pura del mundo es que la mayor complejidad es una manifestación inevitable del sistema y está movida por la dinámica interna de los sistemas complejos: heterogeneidad a partir de la homogeneidad, orden a partir del caos. La visión darwinista pura es que la complejidad se construye únicamente por medio de la selección natural, una fuerza ciega, no direccional; y no hay aumento inevitable de la complejidad. La nueva ciencia de la complejidad combina elementos de ambos: se aplican fuerzas internas y

externas, y se espera que se produzca una mayor complejidad como propiedad fundamental de los sistemas complejos adaptativos. Una propiedad fundamental de los sistemas complejos adaptativos es la contraintuitiva cristalización del orden –orden espontáneo, según Stu Kauffman– sobre la cual puede actuar la selección. Tales sistemas pueden, por medio de la selección, alcanzar a sí mismos el límite del caos, un constante proceso de co-evolución, una adaptación constante. Parte del atractivo del límite del caos es una optimización de la capacidad de procesamiento de información, bien sea el sistema un autómatas celular o una especie biológica evolucionando junto a otras como parte de una compleja comunidad ecológica. En el límite del caos, se construyen los cerebros más grandes (Lewin, 2002: 176-177).

Viejas teorías, quizás bajo nuevos aspectos. Viejas teorías que ya demostraron sus límites y virtudes y que, desde una arqueología social, difícilmente pueden ser consideradas como operativas.

## 5.2. Reivindicaciones.

Una vez evaluada la nueva “Ciencia de la Complejidad” (según la propia autodefinición) ni que sea de una forma superficial y rápida, es imposible no realizar una breve revisión reivindicativa desde el Materialismo Histórico y Dialéctico en relación a los objetivos y resultados de la “nueva” ciencia.

Ya hemos visto en páginas anteriores las estrechas vinculaciones entre el razonamiento complejo y la Dialéctica. Morin reconoce las bases dialécticas de la Dialógica. El necesario ejercicio de “des-olvidar” las obras clásicas que llevan más que largo tiempo publicadas es absolutamente evidente. Y como único ejemplo, muestra de muchos otros trabajos, recordar que la *Dialéctica de la Naturaleza* de Engels se estaba redactando ya en 1873. Así, tan sólo diremos que frente a las articulaciones lógicas de la Teoría de la Complejidad en relación a cómo analizar y comprender una realidad diversa, en movimiento e interactuante, debemos reivindicar la ingente producción ya realizada desde hace tiempo por el materialismo dialéctico e histórico. Más, si la criptoamnesia apuntada en la cita anterior de G. Laplace, es tan manifiestamente grave.

Para una perspectiva producto de una ciencia surgida del materialismo histórico (una arqueología marxista) una investigación que no asuma la complejidad de la realidad es una investigación inviable. Aún más si tenemos en cuenta que la esencia de nuestros planteamientos pasa por la asunción del movimiento como objetivo básico en tanto que es la característica básica de la realidad.

Frente a las nuevas propuestas del pensamiento complejo, volver a evidenciar esta capacidad de la Dialéctica, del materialismo dialéctico, como lógica analítica de la realidad

concreta (De Gortari, 1965 y 1970). Es en el marco de esta lógica que se asume la complejidad existente en base al principio de interacción universal (Lefebvre, 1969).

Si la realidad se caracteriza por una complejidad evidente y difícilmente discutible (en este punto, la teoría de la complejidad coincide con la propuesta dialéctica), la interacción es la característica primordial de las dinámicas complejas. Las bases de la complejidad son la interacción y el movimiento, indisolublemente relacionados (Briz, 2004). Y movimiento surgido internamente, en tanto que el propio autodesarrollo, interactuante:

La universalidad o lo absoluto de la contradicción tiene un doble significado. Uno es que la contradicción existe en el proceso del desarrollo de todas las cosas y el otro es que en el proceso de desarrollo, cada cosa existe, desde el comienzo hasta el fin, un movimiento de contrarios (Tse-Tung, 1969: 24)<sup>1</sup>.

La Dialéctica, su capacidad explicativa, la propuesta del Materialismo Histórico, si asumen la necesidad de reconocimiento de la complejidad del mundo real. Por su propia autoconcepción.

Hemos podido ver cuáles son las bases de la nueva Teoría de la Complejidad, cuáles son sus filiaciones explicitadas (o ocultadas), sus objetivos y resultados. En los ámbitos en donde la nueva línea de trabajo ha tenido mayor éxito (especialmente el mundo norteamericano), su irrupción en arqueología ha sido recibida con interés para clarificar la problemática de la variabilidad del registro arqueológico. Pero esta aceptación ha de ser producto de una evaluación ajustada y profunda. Con estas páginas tan sólo hemos pretendido trazar los esbozos mínimos de las bases de una propuesta que, en la actualidad, se está empezando a aplicar a nuestra arqueología y, en un futuro muy próximo, será más que presente en gran parte de las interpretaciones arqueológicas de nuestro país. Si las lecturas que en ciencias sociales se están realizando desde la teoría de la complejidad implican un refuerzo o reactivación de los trabajos de índole sistémica o spenceriana, difícilmente estos esfuerzos pueden conllevar una mejora real en la capacidad explicativa de la arqueología.

Una breve revisión a sus bases teóricas para poder mantener una necesaria actitud crítica hacia ésta y cualquier otra propuesta. No sea que sin saberlo, volvamos a descubrir (parcialmente, y con asunciones teóricas contradictorias) el Mediterráneo (o el Atlántico...).

## 6. Notas

<sup>1</sup> Este artículo se inscribe en los trabajos del proyecto del Ministerio de Educación y Cultura: "Determinación de causas de la variabilidad del registro arqueológico en sociedades cazadoras-recolectoras a través de un ejemplo Etnoarqueológico" (BHA2002-04109-C02-02).

<sup>2</sup> Obviamente, el uso que aquí realizamos del concepto "postmodernidad" no intenta reflejar una unidad clara y definida. Existe una multiplicidad de "postmodernidades", de diferente orientación, planteamiento y producciones (Mico, 1992).

<sup>3</sup> “El consenso que permite circunscribir tal saber y diferenciar el que sabe del que no sabe (el extraño, el niño) es lo que constituye la cultura de un pueblo” (Lyotard, 1987: 45).

<sup>4</sup> “Mi criterio de demarcación, por tanto, ha de considerarse como una propuesta para un acuerdo o convención (...) Así pues, admito abiertamente que para llegar a mis propuestas me he guiado, en última instancia, por juicios de valor y predilecciones” (Popper, 1994: 37).

<sup>5</sup> “(...) el conocimiento es siempre cierta relación estratégica en la que el hombre está situado. Es precisamente esa relación estratégica la que definirá el efecto del conocimiento y, por esta razón, sería totalmente contradictorio imaginar un conocimiento que no fuese en su naturaleza obligatoriamente parcial, oblicuo, perspectivo” (Foucault, 1980: 30).

<sup>6</sup> Es interesante constatar lo paradójico de la situación: mientras esta generación de un discurso, quizás, carente de una base adecuadamente sólida en su cientificidad, no es incoherente con las características de la concepción que el pensamiento postmoderno tiene sobre el conocimiento científico (el meta-relato escéptico, política y socialmente condicionado que, por su propia naturaleza, está más cerca de la literatura que de un instrumento de incidencia sobre el mundo), el uso erróneo de conceptos y categorías se realiza para imprimir un mayor aspecto (¡en su sentido más etimológico!) científico y de calidad.

<sup>7</sup> Todas las citas de esta obra han sido traducidas de la versión en catalán.

<sup>8</sup> Los comportamientos corpuscular y ondulatorio de una partícula subatómica no son propiedades intrínsecas a ésta (que puede manifestarse como onda o como partícula). En realidad, se trata de dos representaciones complementarias que dependen de la interacción con la persona que realiza la observación y del instrumento de medida que ésta haya empleado.

<sup>9</sup> Así como Heisenberg lo fue para la física de partículas, Einstein fue el continuador de los trabajos de Max Planck, pero en astrofísica. La constante de Planck fija “h” para  $E=h\cdot n$ ; donde “h” es la unidad constante de energía (el quantum o fotón) transmitida, en forma de paquetes por cualquier sólido. La relación entre el quantum y la frecuencia de la radiación (n) es directa. La importancia de este hecho para la física fue el establecimiento de una pauta constante en la emisión de energía. Uno de los componentes básicos del Cosmos (materia y energía) existe dentro de un orden, constante y sistemático. Observemos lo paradójico de la situación: uno de los elementos básicos de la investigación que implicará a la teoría de la relatividad y la teoría caótica... ¿es una constante!

<sup>10</sup> Destacar aquí este artículo como excelente instrumento de contextualización de la propuesta.

<sup>11</sup> Además, surgía una nuevo instrumental efectivo y potente para los trabajos que se encontraban autolimitados por el uso de metodologías eminentemente estáticas frente a situaciones dinámicas. Curiosamente, la eclosión de la perspectiva compleja puso de manifiesto la necesidad de aproximaciones dinámicas a realidades dinámicas.

<sup>12</sup> De la misma manera que no puede considerarse como ajena al pensamiento postmoderno (Henrickson y McKelvey, 2002).

<sup>13</sup> Y destacar también que los trabajos para la comprensión del Caos en Física se han concentrado, sobre todo, en la superación de la paradoja básica de la física actual: la naturaleza del Tiempo (Hawking, 1989; y Hawking y Penrose, 1996); Prigogine incluido: “La transición del mundo cuántico a nuestro mundo dinámico clásico se realiza a través de los sistemas dinámicos inestables, y lo que Böhr llamaba lenguaje común en realidad es ‘tiempo común’: sólo gracias al tiempo común podemos comunicarnos con la



*naturaleza. Cuando hacemos una medición debemos tener una idea del 'antes' y el 'después', y esta idea tiene que corresponder al desarrollo de los fenómenos que observamos. Esta exigencia es evidente a escala humana."* (Prigogine, 1999: 101).

<sup>14</sup> Pese a trabajos como el de Kosse (Kosse, 2001), líneas neo-darwinistas (o, simplemente, darwinistas) son las que más en la producción compleja. Interpretamos que obras como las de esta autora lo que pretenden es, precisamente, clarificar la situación. Especialmente en el ámbito de la arqueología.

<sup>15</sup> Debido a este mismo motivo, una vez analizado, la propuesta ontológica puede considerar y defender que Caos no es, no puede ser, equivalente a desorden.

<sup>16</sup> *"Es decir, que la neguentropía no es nada más que el desarrollo de la organización, de la complejidad"* (Morin, 2003: 49), asumiendo que organización es, por definición, complejidad; la realidad tan solo puede ser entendida como complejamente vertebrada.

<sup>17</sup> Sistemas dinámicos que existirían conjuntamente con los sistemas lineales explicados por la física clásica newtoniana. Ambas dinámicas conforman la realidad de forma conjunta y no incompatible.

<sup>18</sup> El ámbito de los sistemas periódicos queda fijado por la demostración de Poincaré para sistemas periódicos de largo alcance.

<sup>19</sup> En este punto destaquemos la posibilidad de confusión existente (y a menudo materializada) entre autoorganización y orden espontáneo, al considerar ambas categorías como sinónimos de una misma realidad (Lewin, 2002: 37; y Raiza *et al.*, 2002: 8).

<sup>20</sup> La categoría "estructuras disipativas" es originaria de los trabajos de I. Prigogine. Una estructura disipativa se caracteriza, ante todo, por tratarse de una estructura en estado de no-equilibrio (Prigogine, 1999: 27): *"Es más, existe un estrecho vínculo entre irreversibilidad y complejidad. Cuanto más nos elevamos en los niveles de complejidad (química, vida, cerebro) más evidente es la flecha del tiempo, lo cual corresponde al papel constructivo del tiempo, tan evidente en las estructuras disipativas mencionadas al principio de estas conferencias."* (*op. cit.*: 111). Según Wagensberg, las estructuras disipativas son representativas del orden por fluctuaciones (Wagensberg, 1998: 42).

<sup>21</sup> *"Las máquinas autopoieticas son máquinas homeostáticas. Pero su peculiaridad no reside en esto sino en la variable fundamental que mantienen constante. Una máquina autopoietica es una máquina organizada como un sistema de procesos de producción de componentes concatenados de tal manera que producen componentes que: i) generan los procesos (relaciones) de producción que los producen a través de sus continuas interacciones y transformaciones, y ii) constituyen a la máquina como una unidad en el espacio físico.* Por consiguiente, una máquina autopoietica continuamente específica y produce su propia organización a través de la producción de sus propios componentes, bajo condiciones de continua perturbación y compensación de esas perturbaciones (producción de componentes). Podemos decir entonces que una máquina autopoietica es un sistema homeostático que tiene a su propia organización como la variable que mantiene constante" (Maturana y Varela, 2004: 69).

<sup>22</sup> *"(...), el segundo principio de la Termodinámica habría sido formulado mediante una ecuación de probabilidad que expresaba la tendencia a la entropía, es decir, al crecimiento, en el seno del sistema, del desorden por sobre el orden, de lo desorganizado por sobre lo organizado. Al mismo tiempo, se había señalado que la ecuación shannoniana de la información ( $H=K\ln P$ ) era como el reflejo, el negativo, de la ecuación de la entropía ( $S=K\ln P$ ), en el sentido que la entropía crece de manera inversa a la información.*

De allí la idea explicitada por Brillouin de que había una equivalencia entre la información y la entropía negativa o neguentropía. Es decir, que la neguentropía no es nada más que el desarrollo de la organización, de la complejidad" (Morin, 2003: 49). Observemos la importancia que se confiere a la información.

<sup>23</sup> Pese a no tratarse, morfológicamente, de una definición, si se trata de una excelente descripción (no exenta de discusión) de la categoría "atractor extraño": "*Hemos definido con anterioridad el concepto de atractor extraño y vimos que la geometría de estos objetos es, al menos en parte, resultante de la sensibilidad a las condiciones iniciales. El carácter disipativo de la dinámica garantiza la convergencia de las trayectorias dentro de la cuenca de atracción hacia cierta región acotada del espacio de la fases que define la dinámica del sistema y nos da una imagen del orden (y del determinismo) subyacente*" (Solé y Manrubia, 1996: 229).

<sup>24</sup> Cursiva en el original.

<sup>25</sup> De hecho, toda una línea de trabajo de la complejidad se basa en la Teoría de las catástrofes (Lewin, 2002; y Raiza *et al.*, 2002).

<sup>26</sup> Apuntemos, tan sólo, la necesidad pospuesta por la propuesta de determinar cuál es, en consecuencia el primer motor de cambio en un simil aristotélico. Si todo cambio es adaptación, ¿cómo se genera el primer desajuste entre un sistema y su medio? ¿Qué ha hecho inestable el medio en un momento inicial?

<sup>27</sup> Para un ejemplo aún más evidente para la arqueología: Lewin, 2002: 13-36.

<sup>28</sup> La aceptación de los planteamientos de la llamada "ciencia gaiana" son otra de las muestras del pensamiento complejo que, por su presentación (quizás esotérica, quizás mal explicada) han generado un encarnizado debate (Lewin, 2002; Thompson, 1994).

<sup>29</sup> La geometría fractal de Benoit Mandelbrot (el conocido mundo de *Torblednam*) es, también, una de las líneas de trabajo más divulgadas de la Teoría caótica y la propuesta de la Complejidad. No trataremos en estas páginas, sin embargo, las bases y desarrollo de la geometría fractal. Un adecuado tratamiento implicaría un artículo específico. Si podemos remitirnos, pese a todo, además de a las obras de Mandelbrot (1997), a una excelente descripción de la propuesta en una aplicación arqueológica: Brown y Wistchey, 2003, o Rodríguez *et al.*, 1995. Destaquemos que el fractal, como objeto topológico, ha tenido gran difusión (y éxito) en arqueología para análisis de relaciones espaciales a nivel regional.

<sup>30</sup> "*Plagiat conscient ou inconscient? Laissons le bénéfice du doute en parlant, avec Merton, de cryptomnésie ou plagiat inconscient, mais plagiat tout de même!*" (Laplace, 1987: 34).

<sup>31</sup> Y respecto a la interacción universal: "Considera que las causas externas constituyen la condición de los cambios y las causas internas la base de los cambios y que las causas externas actúan a través de las causas internas" (Tse-Tung, 1969: 17).

## 7. Bibliografía.

BOYD, R. y RICHERDSON, P. J., 1994: "Com els processos de la microevolució varen donar lloc a la Història". En MARGALEF, R., BERTRANPETIT, J. y BELLÉS, X., Eds.: *Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Entorn, tecnologia i societat. Del Passat al futur* 45, pp. 157-172.

BRICMONT, J. y SOKAL, A., 1997: "Que se passe-t-il?". *Libération* 18-19/10/1997, pp. 5.

- BRIZ, I., 2004: *Dinàmiques econòmiques de producció-consum en el registre lític caçador-recol·lector de l'extrem sud americà. La societat Yàmana*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Publicació electrònica. URN: TDX-1215104-163111.
- BROWN, C.T. y WISTCHEY, W.R.T., 2003: "The fractal geometry of ancient Maya settlement". *Journal of Archaeological Science* 30, pp. 1619-1632.
- CALVO, M., 2002: *Útiles líticos prehistóricos. Forma, función y uso*. Ariel Prehistoria. Ariel. Barcelona.
- DE GORTARI, E., 1965: *Introducción a la Lógica Dialéctica*. FCE. México.
- DE GORTARI, E., 1970: *El Método Dialéctico*. Ed. Grijalbo. México.
- DERRIDA, J., 1989: *La escritura y la diferencia*. Anthropos. Barcelona.
- DERRIDA, J., 1998: *Márgenes de la Filosofía*. Cátedra. Madrid.
- ENGELS, F., 1990: *Dialéctica de la Naturaleza*. Pequeña Biblioteca Marxista, Ediciones Vanguardia Obrera. Madrid.
- FOUCAULT, M., 1979: *Microfísica del Poder*. Genealogía del poder, 1. Ediciones La Piqueta. Madrid, 2.
- FOUCAULT, M., 1980: *La verdad y las formas jurídicas*. Gedisa. Barcelona.
- GÁNDARA, M., 1982a: "La vieja "Nueva Arqueología. I". *Teorías, Métodos y Técnicas en Arqueología. Reimpresiones de Antropología Americana*, núm. especial, pp. 59-98.
- GÁNDARA, M., 1982b: "La vieja "Nueva Arqueología. II". *Teorías, Métodos y Técnicas en Arqueología. Reimpresiones de Antropología Americana*, núm. especial, pp. 99-159.
- HAWKING, S., 1989: *Història del Temps. Del Big Bang als forats negres*. Ed. Crítica. Barcelona.
- HAWKING, S. y PENROSE, R., 1996: *La Naturaleza del Espacio y el Tiempo*. Debate. Madrid.
- HENRICKSON, L. y McKELVEY, B., 2002: "Foundations of "New" social science: Institutional legitimacy from philosophy, complexity science, postmodernism, and agent-based modeling". *PNAS* 99 (3), pp. 7288-7295.
- HODDER, I., 1987: "La Arqueología en la Era Post-Moderna". *Trabajos de Prehistoria* 44, pp. 11-26.
- HODDER, I., 1998: *Interpretación en Arqueología. Corrientes Actuales*. Crítica. Barcelona.
- JOHNSON, M., 2000: *Teoría arqueológica. Una introducción*. Ariel. Barcelona.
- KAUFFMAN, S., 1995: *At home in the Universe. The search for laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press. Oxford.
- KE, J., MINETT, J. W., CHING-PONG, A. y WANG, W., 2002: "Self-organization and Selection in the Emergence of Vocabulary". *Complexity* 7 (3), pp. 41-54.
- KOSSE, K., 2001: "Some regularities in Human group formatin and the Evolution of Societal Complexity". *Complexity* 6 (1), pp. 60-64.

- KUHN, T.S., 1986: *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE. México.
- KLÜVER, J., 2004: "The Evolution of Social Geometry". *Complexity* 9 (1), pp. 13-22.
- KLÜVER, J. y SCHMIDT, J., 1999: "Control parameters in Boolean networks and cellular automata revisited from a logical and a sociological point of view". *Complexity* 5 (1), pp. 45-52.
- LAPLACE, G., 1987: "Autorité et tradition en Taxinomie". *Antiquités Nationales* 18-19, pp. 33-37.
- LEFEBVRE, H., 1969: *Logique Formelle, logique dialectique*. Éditions Anthropos. Paris.
- LEWIN, R., 1994: *Evolución Humana*. Salvat. Barcelona.
- LEWIN, R., 2002 ó 1992: *Complejidad. El Caos como generador del orden*. Metatemas, 41. Fundació "La Caixa"-Museu de la Ciència-Tusquets Editores. Barcelona.
- LÓPEZ BORGÑOZ, A., 1998: "Evolucionismo y Arqueología: algunos de los últimos debates". En MOLINA, E., CARRERAS, A. y PUERTAS, J., Eds.: *Evolucionismo y Racionalismo*, pp. 201-218. Univ. de Zaragoza. Zaragoza.
- LÓPEZ BORGÑOZ, A., 1999: "Modelos, pasado, sistemas complejos y sistema mundial". En: *Actas del II Congreso de Arqueología Peninsular. Zamora. 1996*, v. III, pp. 537-550. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares.
- LOVELOCK, J., 1993: *Las edades de Gaia: una biografía de nuestro planeta vivo*. Metatemas, 29. Tusquets Editores. Barcelona.
- LYOTARD, J.F., 1987: *La condición post-moderna: informe sobre el saber*. Cátedra. Madrid.
- MANDELBROT, B., 1997: *La geometría fractal de la naturaleza*. Metatemas, 49. Tusquets Editores. Barcelona.
- MATURANA, H. y VARELA, F., 1973: *De máquinas y seres vivos: una teoría sobre la organización biológica*. Editorial Universitaria Lumen. Buenos Aires.
- MATURANA, H. y VARELA, F., 2004: *De Máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Editorial Universitaria Lumen. Buenos Aires, 6.
- MCGLADE, J., 1999: "Arqueología, dinámica no lineal y discurso histórico". *Trabajos de Prehistoria* 56 (2), pp. 5-18.
- MICÓ, R., 1992: *Pensamientos y prácticas en las Arqueologías Contemporáneas en los grupos arqueológicos del III y II milenios cal ANE en el sudeste de la Península Ibérica*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.
- MORIN, E., 2003: *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa. Barcelona.
- POPPER, K., 1994: *La Lógica de la Investigación científica*. Tecnos. Madrid.
- PRIGOGINE, I., 1997a: *Las Leyes del Caos*. Biblioteca de Bolsillo, 16. Critica. Barcelona.
- PRIGOGINE, I., 1997b: *¿Tan sólo una ilusión?* Metatemas, 3. Tusquets Editores. Barcelona.
- RAIZA ANDRADE, E., PACHANO, E., PEREIRA, L y TORRES, A., 2002: "El Paradigma Complejo. Un cadáver exquisito". *Cinta de Moebio. Revista Electrónica de*

- Epistemología y Ciencias Sociales*, 14: <http://www.moebio.uchile.cl/14/frames07.htm> (17/01/03).
- RODRÍGUEZ, A., ALONSO, C. y VELÁZQUEZ, J., 1995: "Fractales para la arqueología: un nuevo lenguaje". *Trabajos de Prehistoria* 52 (1), pp. 13-24.
- SOLÉ, R. V. y MANRUBIA, S. C., 1996: *Orden y caos en sistemas complejos*. Edicions UPC. Barcelona.
- SOKAL, A. y BRICMONT, J., 1999: *Imposturas Intelectuales*. Paidós. Barcelona.
- THOMPSON, W. I., 1994: "La re-imaginació del sistema mundial. O les implicacions polítiques de la ciència planetària" En MARGALEF, R., BERTRANPETIT, J. y BELLÉS, X., Eds.: *Treballs de la Societat Catalana de Biologia. Entorn, tecnologia i societat, Del Passat al futur*, 45, pp. 81-92.
- TSE TUNG, M., 1969: *Las Contradicciones*. Colección 70. Grijalbo. México.
- VANPOOL, C. S. y VANPOOL, T. L., 1999: "The scientific nature of Postprocessualism". *American Antiquity* 64 (1), pp. 33-53.
- WAGENSBERG, J., 1998: *Ideas sobre la complejidad del mundo*. Metatemas, 9. Fundació La Caixa-Tusquets. Barcelona.
- WHITE, D. y HOUSEMAN, M., 2003: "The navigability of Strong Ties: small worlds, Tie strength, and network topology. Self-organization in strong-tie small worlds". *Complexity* 8 (1), pp. 72-81.
- WOODS, A. y GRANT, T., 1995: *Razón y Revolución. Filosofía marxista y Ciencia Moderna*. Fundación Federico Engels. Madrid.