

# ***La Teoría del Caos. Modelo de interpretación epistémica e instrumento de solución: reconciliación entre ciencias y humanidades***

***Fernando Almarza Rísquez***

*Universidad Central de Venezuela*

## ***Resumen***

La Teoría del Caos ha tenido fuertes incidencias en el ámbito epistémico contemporáneo. Las ciencias, delimitadas por el pensamiento tradicional moderno, estatuyeron explicaciones de lo real en términos de lo calculable, matematizable y predecible linealmente, levantando semejanzas arbitrarias entre niveles de realidad macrocósmica (de regularidad predecible, sin duda) y microscópica, queriendo dar carácter concreto a una abstracción físico-matemática, dejando de lado la constante creatividad y novedad universales. Tales semejanzas creyeron verse también en su explicación del mundo, incluyendo sus expresiones sociales y culturales. El descubrimiento de aspectos inéditos en la dinámica de la física en el siglo XX, radicalmente distintos a los estudiados clásicamente, arrojan entendimientos, lógicas, sentidos y explicaciones diferentes, creando nuevos modelos de interpretación epistémica que devienen en alternativos instrumentos de solución que, si no suplantán a los anteriores, sí les enriquecen, permitiendo mayores entendimientos de la realidad. Las extrapolaciones de estas novedades hacia otros ámbitos del pensamiento generan novedosísimas explicaciones por su correspondencia con las levantadas por nuevas lógicas y sentidos, que amplían el conocimiento del mundo físico, social y cultural, enriqueciendo los saberes antes estancos y hoy interrelacionados en novedosas y múltiples conexiones disciplinarias. El Caos deviene en recurso de análisis metodológico y concepto ontológico, de urgente presencia en campos académicos humanísticos: oportunidad brillante para reforzar identidades disciplinarias con nuevas acciones de contacto realimentador.

## ***Palabras clave:***

Teoría del Caos, Física, Epistemología, Ontología, Filosofía, Teoría Cultural, Lógica, Modernidad, Posmodernidad.

## ***Abstract***

The Chaos Theory has had strong incidences on the contemporary epistemic domain. The sciences, traditionally delimited by the modern thought, proposed explanations of the reality as linear, calculable and predictable, building arbitrary similarities between some macrocosmic levels (and its undoubtedly regular predictibilities) and the microscopic ones, giving character of reality to the mathematic abstractions, throwing aside the constant universal creativity and novelty. These similarities supposed to be seen too on the social and cultural expressions. The discovering of unknown aspects on the physic levels, in the twentieth century, strongly different of the classical studies, depict explanations, creating thus new interpretations and epistemic models, becoming instruments of solutions that, in spite they do not displace entirely the previous, enrich them, generating new understanding of the reality. Besides, its extrapolations to other domains of thought create newest explanations, specially by correspondence with the new logics and senses, which enlarge the knowledge of the world, as physic as social and cultural, increasing thus the domain of those knowledges before unconexed and re-conexed today, through new interrelations and multiple disciplinary connections. The Chaos becomes tool for the metodologic analisis and as ontologic concept, with urgent necessity of its presence in humanistic academic fields: brilliant opportunity for the reinforcement of the disciplinary identities with new actions and mutual enrichment.

## ***Key words:***

Chaos (Theory), Physics, Epistemology, Ontology, Philosophy, Cultural Theory, Logic, Modernity, Posmodernity.

*El caos es considerado más fecundo que el orden;  
La incertidumbre es privilegiada por encima de la  
previsibilidad; y se ve en la fragmentación una realidad  
que las definiciones arbitrarias de cierre negarían.*  
Katherine Hayles (1998: 225)

*A menudo se trata el caos en función de las  
limitaciones que impone (...). Pero la naturaleza  
puede usar el caos de manera constructiva. A través  
de la amplificación de pequeñas fluctuaciones puede facilitar a  
los sistemas naturales el acceso a lo nuevo. (...) El mismo  
proceso del progreso intelectual se basa en la inyección  
de nuevas ideas y en nuevos modos de conectar las viejas.  
Bajo la creatividad innata podría haber un proceso caótico  
subyacente que amplifica selectivamente pequeñas  
fluctuaciones y las moldea en estados mentales coherentes  
y macroscópicos que se experimentan como pensamientos.*  
Crutchfield, Farmer, Packard, Shaw (1994: 30)

La *Teoría del Caos* es un elemento de manejo referencial cultural amplio. Su gran número de publicaciones tiene denominador común: la complejidad, la co-incidencia y simultaneidad de múltiples elementos en la dinámica de fenómenos y procesos, no lineales ni predecibles sino azarosos o aleatorios<sup>1</sup>. Sus patrones de "orden desordenado" son sistemas abiertos y multilineales, y exigen alternativos modelos lógicos para su comprensión e interpretación distintos de los aplicados a fenómenos lineales predecibles dentro de la polaridad dinámica de causa-efecto. En estos fenómenos o sistemas abiertos, mínimas alteraciones a su condición original devienen cambios exponenciales imprevisibles. Las incidencias en la comprensión del mundo y su trama epistémica, dentro de los marcos levantados por la modernidad, son significativas.

Las dinámicas sistémicas del Caos han generado necesidad de nuevos conceptos y técnicas de experimentación, con gran incidencia en la elaboración de sistemas de representación de la realidad y sus bases filosóficas, metafísicas y metodológicas acerca del significado de la impredecibilidad e inestabilidad compleja en los procesos naturales, culturales y sociales, así como de sus comportamientos posibles a largo plazo. Su extrapolación a otros dominios del conocimiento humano es aplicada en economía, sociología, teoría cultural, neurociencia y planificación urbana, música, entre otras.

¿Por qué el Caos ha devenido en objeto de tan interesado estudio en la cultura contemporánea? Por el desarrollo de intercontactos de conocimientos de las ciencias actuales, exactas, naturales y sociales, con co-incidencias, reticulaciones y necesidades de articular explicaciones del mundo por medio de otras lógicas y sentidos. John Horgan, periodista científico de la revista *Scientific American*, escribe:

---

<sup>1</sup> Los físicos no usan la expresión "teoría del caos": refieren a *sistemas dinámicos no lineales*, considerando *diletantti* aquellos que se refieren a la "Teoría... ", expresión acuñada por algún periodista. Consultando en enero pasado en *amazon.com*, encontramos 1.700 títulos, y un alto porcentaje es de aplicaciones a disciplinas no "exactas": religión, economía, gerencia, música fractal, cultura. En la *web* hay 39.000 *sites* del Caos como significativo. Puede consultarse <http://homepages.force9.net/calresco/applicat.htm> ("*Applications of Complexity Theory to Academic and Business fields*"), en la que hay *links* que muestran ejemplos de tales aplicaciones.

En 1994, Arturo Escobar, antropólogo del Smith College, escribió un ensayo en la revista *Current Anthropology* acerca de algunos de los nuevos conceptos y metáforas que estaban abriéndose paso en la ciencia y la tecnología modernas. Sostenía el autor que el caos y la complejidad permitían unas cosmovisiones distintas a las que ofrecía la ciencia tradicional; hacían hincapié en la «fluidez, multiplicidad, pluralidad, interrelación, segmentariedad, heterogeneidad y elasticidad; no en la “ciencia”, sino en el conocimiento de lo concreto y lo local; no en los principios, **sino en el conocimiento de los problemas y de la dinámica autoorganizadora de los fenómenos no orgánicos y sociales**». (Horgan: 1998, 274). (comillas y cursivas del original, negritas nuestras).

Referiremos la aparición histórica de la noción de Caos desde edades primigenias de la cultura escrita occidental para luego desarrollar acepciones actuales de esta concepción.

### *El caos primigenio*

De las tres grandes narraciones de la cultura germinal occidental griega (las de Homero, Orfeo y Hesíodo), la del último es la que claramente hace referencia a una entidad denominada Caos. En su narración, el autor refería a éste como el resto o el "abajo" del mundo primigenio respecto del "arriba", el Cielo. Escribe Karl Kérényi, mitólogo alemán y colaborador de C.G. Jung:

Nuestra lengua antigua que traduce las palabras de Hesíodo tiene una palabra para el vacío, la palabra «Caos», que significa simplemente «que bosteza». No había originalmente una palabra que sugiriera alboroto o confusión; «Caos» adquirió este segundo significado más tarde (...) de modo que, en la parte inferior del Huevo [receptáculo que surgió concebido por la antigua Noche y el Viento], el resto no estaba en agitación. (Kerenyi: 1997, 25 ) (comillas del original).

La historia y las versiones concuerdan en que de Caos surgió la realidad sólida y material, Gaia, la Tierra, que a su vez instituyó la delimitación y el *orden* y un escenario de la vida. Por cierto que hay similitudes entre cosmogonías de Occidente y Oriente; el Caos corresponde con concepciones chinas del vacío primigenio generador, el *Tao*. Pero nos apoyamos en la cosmogonía griega por su cercanía cultural y cronológica.

Explicaciones humanas posteriores, cosmogónicas, astronómicas, geológicas y estudios de la evolución, han coincidido en que la mitología griega presenta un actualmente válido carácter de metáfora, que ilustra en términos poéticos la germinación del planeta y la aparición de las nociones ontológicas, el estatuto de existencia de las cosas. La geología actual determina que una vez formado nuestro planeta se hallaba cubierto de aguas -luego separadas mitológicamente por el logos creador-, la "sopa primordial" que gestó las formas de vida evolutiva vegetal y animal hasta como las conocemos en la actualidad. La tradición de Occidente asoció al Caos con lo carente de forma y definición, de rol y orden: lo que existía previamente a lo diferenciado o definido en su distinción respecto de alguna otredad: lo potencial. La mitología griega discurre que posteriormente a la aparición del Caos, el arriba -el Cielo- y Gaia -la Tierra- se juntaron, y con la intervención de la lluvia y lo seco, el frío y el calor, surgieron combinaciones de diversa proporción, generando los componentes de la totalidad universal.

La herencia judeo-cristiana refleja la incorporación de esos mismos elementos y procesos, aunque sobreponiéndole la presencia dialéctica contraria del Logos creador (Dios), negadora del otro en su validez positiva y conveniente, cuyo rol asume funciones

de generador, planificador y ordenador de los sucesos ocurridos entre entes protagonistas ("*Al principio era el caos...*", reza el Génesis del Antiguo Testamento, común a la herencia judeo-cristiana). El Caos fue considerado aquello que existía antes de que el mundo existiera: el Caos de cuyo seno consustancialmente nace el orden. Sólo a partir del siglo XVI o XVII comenzó a aparecer tal noción como *opuesta* al orden.

La modernidad, en afán racionalista de organización de acuerdo con sus principios totalizadores, necesitó de esta referencia; aquellas "aberraciones" que encontraba ocasionalmente en sus experimentos eran expresión de "desórdenes extraños y atípicos" del orden universal que arbitrariamente creyó ver. La razón debía *oponer* y vencer al caos<sup>2</sup>. El caos sólo era justificado como existencia *anterior* a la presencia organizadora y regidora del logos y/o *posterior* a la acción de éste, es decir, a la presencia del des-orden, de falta de estructura. Hoy los teóricos del Caos le valoran, al considerarle motor de *un sistema que va a un otro orden más complejo*; reconocen que *el Caos hace posible el orden*. Aquella posterioridad se justificaba por la concepción de la tendencia evolutiva del universo hacia un estado de disipación total de su estructura, su pérdida de calor y, por tanto, su muerte térmica y general: esto lo formula el estudio de las leyes de termodinámica, o estudio de procesos dinámicos en los que la presencia activa de calor garantiza orden y estructura. La asociación del caos con el desorden y la tendencia a la muerte cambió radicalmente a partir de los años sesenta en Occidente, al surgir descubrimientos en la dinámica de ciertos sistemas naturales que incluso privilegian la aparición de entropía.

### ***La visión contemporánea del Caos***

De caos como espacio de ausencia de *el orden*, de vida y sentido, se pasó a Caos como espacio en el que se genera la vida, la estructura, el logos y el sentido de *un otro orden*. La dialéctica moderna de opuestos antagónicos orden-desorden suponía *un sólo tipo de orden*. Los descubrimientos de las ciencias del Caos permitieron la comprensión de la existencia de *otros órdenes* posibles, o más bien, un "ordenado desorden". Katherine Hayles, profesora de lengua inglesa en Cornell University y analista cultural y del discurso científico en las literaturas contemporáneas, comenta que "*el desorden ordenado de los sistemas caóticos no tenía un lugar reconocido dentro de la mecánica clásica. Al demostrar que tales sistemas no sólo existen sino que además son comunes, la teoría del caos abrió, o más precisamente reveló un tercer territorio, que se sitúa entre el orden y el desorden.*" (Hayles: 1998, 35) (negritas nuestras). En esto coincide con William Demastes, profesor de lengua inglesa en Cambridge University y especialista en drama, quien afirma, no sin poesía, que "*es en el vasto fondo mediador entre los dos extremos [de ese tercer territorio del orden y del desorden,] donde la vida se manifiesta, y es lo que hace que valga ser vivida.*" (Demastes: 1998, Preface, xi) (negritas y traducción del inglés nuestras).

---

<sup>2</sup> La racionalidad de opuestos, razón vs. caos, civilización vs. barbarie, luz vs. sombras, se expresa en otros ámbitos: en iconografía cristiana, no otra cosa es San Jorge matando al dragón. En la fiesta brava hispanoamericana, no otra cosa es el torero en traje de *luces* matando al toro, bestia mitológica. La mitología contemporánea plena esos componentes en filmes y sagas heroicas. En nuestro país, en las primeras décadas del siglo XX, un ícono literario como **Doña Bárbara**, de Gallegos, confronta sus protagonistas Santos Luzardo (*san y luz*) y Doña Bárbara. Agradezco a la Dra. Catalina Gaspar, de la Escuela de Artes UCV, por mostrar tan didácticamente estas consideraciones desde su cátedra literaria.

Vemos cómo el Caos presenta una naturaleza **intersticial**; esta noción requiere ser entendida desde un pensamiento precisamente intersticial, difuso, a-lógico según la lógica clásica; y es en esto que se percibe la pertinencia de enfoques como los de la lógica *fuzzy*<sup>3</sup> y el *pensamiento complejo*<sup>4</sup>. En el cúmulo de consideraciones y estudios de sistemas dinámicos no lineales que conforman la Teoría del Caos confluyen diversas disciplinas de las ciencias: termodinámica, meteorología y epidemiología, reacciones químicas y movimiento de fluidos, ritmos cardíacos y tendencias económico-sociales, sin excluir las ciencias de la cultura o teoría cultural contemporánea. La Teoría del Caos estudia sistemas dinámicos complejos, en los que la aparición de problemas y "aberraciones" frecuentes intrigaba a los estudiosos y que ahora son vistas con carácter de existencia legítima.

La Teoría del Caos no es antirracionalista; buscar ampliar los alcances de la razón, liberándola de sus limitaciones positivistas modernas. El estudio sistemático del Caos tuvo antecedentes en observaciones que sobre lo irregular desarrolló el matemático francés Henri Poincaré (1854-1912). Los planteamientos y fórmulas del astrónomo y matemático inglés Isaac Newton (1642-1727) radicaban en ecuaciones lineales que representaban la dinámica de sistemas cerrados predecibles, considerando arbitrariamente que corporizaban la dinámica universal. Pero la aparición de algo conocido como "el problema de los tres cuerpos"<sup>5</sup> introdujo nuevos elementos que escapaban de la linealidad predecible newtoniana. Poincaré demostró la incapacidad de la fórmula de Newton para resolver este tipo de problemas, cuya linealidad se veía alterada por la incorporación de elementos perturbadores. Esta perturbación implicó desarrollos no regularmente lineales en estos sistemas. Por ello, entendió la necesidad de nuevas formulaciones matemáticas para describir tales peculiaridades. Esas formulaciones y teorías dieron origen a las matemáticas de los sistemas dinámicos.

Una de las propiedades de estos sistemas es la del *estiramiento*, dado por la evolución de una serie ordenada de puntos con valores matemáticos que "estiran" su conformación sobre sí mismos. El estiramiento funciona con dinámicas azaristas al ser activadas repetidas veces, en cifras muy altas. En este tipo de procesos puede ocurrir la llamada "recurrencia de Poincaré", que es una transformación típicamente caótica aunque extremadamente rara, y consiste en que por azar o casualidad la compleja configuración inicial de puntos vuelve a su estado de origen. Las probabilidades temporales de que tales cosas ocurran son de

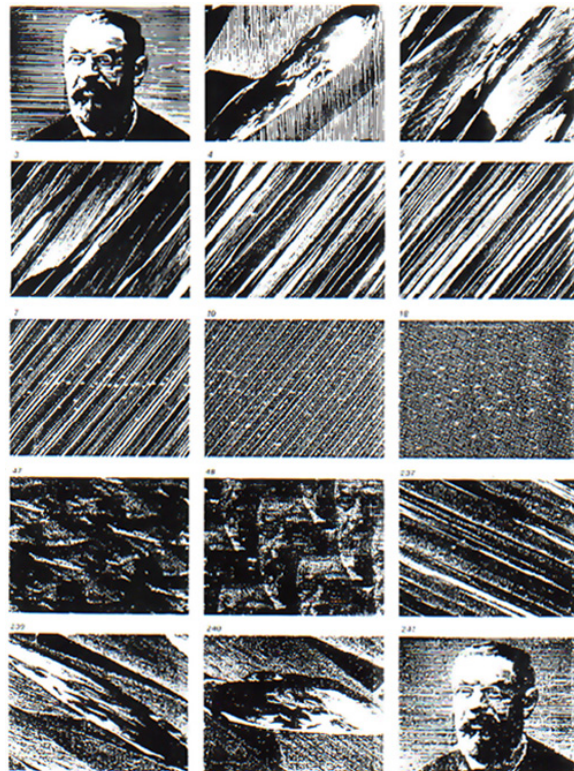
---

<sup>3</sup> La *lógica fuzzy*, *lógica difusa*, es un desarrollo matemático-lógico basado en "grados de veracidad"; su dinámica trasciende esquemas de sólo dos posibilidades de solución y no decide sobre "verdadero" o "falso". En sistemas binarios de 1 y 0 (base de la programación computarizada), se buscan con esto posibilidades de solución intermedias, entre 1 y 0, y va más allá de lo opuesto-contradictorio, hacia lo posible. La extrapolación a la lógica epistémica contemporánea es obvia. Esta lógica es multidimensional o paraconsistente. Funcionalmente, "asigna un vector de verdad a un hecho, en vez de un solo valor. Este nombre fue propuesto porque existe la idea de extender el modelo de más de un valor de verdad no sólo para dos (...), sino para n". (Gershenson: sin fecha). La información otrora simple para saber si algo era verdadero o falso se convierte en una información mayor y compleja, indefinible con precisión.

<sup>4</sup> Noción desarrollada por el filósofo-epistemólogo francés Edgar Morin desde los pasados años 90: el pensamiento complejo se apoya en la complejidad y la dialógica, una lógica que admite al "tercero incluido", ente cuya identidad trasciende la polaridad y trastoca un componente de la lógica que Occidente heredó desde Aristóteles, definida por éste como La lógica de la identidad. Ésta incluye tres postulados que son: 1) *La ley de identidad*: "Lo que es, es". 2) *La ley de la contradicción*: "Nada puede ser y, al mismo tiempo, no ser". 3) *La ley del medio excluido*: "Todo debe ser o no ser". Según esta racionalidad, *o* es una cosa *o* es la otra, pero no ambas. Por tanto, la inclusión de lo opuesto garantiza la identidad de lo propio respecto de sí mismo, pero que necesita sin embargo de la existencia de aquel inconciliable que la reconfirma, dando paso no obstante a la "impureza" de su definición, y por tanto a la complejización de la identidad. Pero la lógica que postula Morin supera tal exclusión, dando paso a una identidad doble legítimamente levantada sobre las dos premisas de su identidad y de su opuesto: en el cambio del *o* por el *y*. Por ello es que la definitividad de las cosas no puede seguir siendo ya "redonda", sino que se expresa en una ambigua doblez o "multiplez" ontológica, en la que cualquier finalidad queda pospuesta, diferida, no asimilable a ninguna pauta excluyente de su opuesto. Ténganse en cuenta las consideraciones de Hayles y Demastes citadas antes, y las de Eco más adelante.

<sup>5</sup> La órbita de la Tierra alrededor del sol es un sistema simple para las ecuaciones lineales de Newton; la órbita de la Luna lo complica. La Luna atrae a la Tierra, perturbando su órbita y modificando su distancia con el Sol. Éste perturba la órbita de la Luna alrededor de la Tierra" Los cálculos newtonianos cambiaron con la introducción del tercer elemento lunar.

una en más o menos quince o veinte mil millones de años, es decir, la edad estimada del universo. El gráfico múltiple que se observa a continuación presenta la imagen de esa recurrencia u operación geométrica de estirado. A partir de un retrato del propio Poincaré, una computadora estira la imagen diagonalmente; al salirse la imagen del recuadro, ésta se reinserta en otro lado. Esta operación *re-vuelve* la imagen sobre sí misma, en un número de veces que se indica sobre cada recuadro. En los recuadros antepenúltimo y penúltimo, la recomposición regresa cercanamente a la imagen de origen, mostrando una fugaz aparición del rostro del matemático. Hasta que luego de haber realizado cientos de veces tal reestirado y vuelta sobre sí misma, aparece nuevamente la imagen original.



Operación geométrica del estirado caótico de los puntos que conforman una imagen.

Una incidencia que de esto se desprende es que, dada la evolución actual del universo, la posibilidad de que la configuración que haya tenido en un cualquiera momento dado se repita en otro universo paralelo es de sólo una dentro de la edad que lleva acumulada desde el *big bang*. Existen otros antecedentes insoslayables que contribuyeron, junto con las propuestas de Poincaré desde las ciencias matemáticas, a alimentar la noción que contemporáneamente se tiene del universo y su comportamiento, con los cuales coinciden en la exigencia de una misma representación lógica diferente, como han sido los descubrimientos y desarrollos de la física cuántica y de la dinámica macrocósmica, como detallaremos a continuación.

### *La incertidumbre cuántica*

La rigidez arbitraria del modelo científico moderno comenzó a mostrar fracturas en las primeras décadas del siglo XX, cuando los científicos contaron con mayores recursos tecnológicos que permitieron entrar en instancias más pequeñas de la realidad física, las intancias cuánticas. Hemos visto cómo los modelos dinámicos levantados por la filosofía y la ciencia cartesiana-

newtoniana se basaban en el comportamiento general de las instancias macrocósmicas, de naturaleza muy predecible. Un nuevo modelo dinámico adicional surge ahora desde la instancia atómica. Debemos introducir brevemente en el ámbito cuántico. Las referencias a la antigüedad clásica nos enseñan consideraciones que levantaron Aristóteles (384-322 a.C) y Demócrito (460-370 a.C) respecto de sus concepciones de la realidad material. El primero afirmaba que la materia tenía carácter continuo e infinito, esto es, si cortásemos un trozo de materia en pedazos más y más pequeños, nunca terminaríamos de cortar. El segundo sostenía que, al contrario, la materia presentaba un final granular en su constitución, pues estaba formada por unas partículas indivisibles, los átomos.

Durante 24 siglos, hasta principios de 1800, estos dos modelos habían quedado incuestionables. Aparecerían aproximaciones como las del británico John Dalton (1776-1844), quien descubrió la cualidad dinámica, colisionante y combinatoria de los átomos; el modelo de los también británicos Ernest Rutherford (1871-1937) y James Chadwick (1891-1974), que mostraba que los átomos tenían una estructura interna (núcleo y elementos en su derredor) y finalmente el descubrimiento, en los años sesenta pasados, del norteamericano Murray Gell-Mann (n. 1929) sobre la existencia de las partículas sub-atómicas, los *quarks*, de una variedad de seis tipos. Como éstos son más pequeños que la frecuencia de onda visualizable humana, se requirió de verdaderas metáforas para definirles, asignándoles “sabores” muy peculiares: “saben” a *arriba*, a *abajo*, a *cima*, a *fondo* y a *encanto*. Hoy se han descubierto muchos tipos más de partículas elementales, como el *fermión*, el *pión*, el *gluón* y el *mesón* (sin que hayamos averiguado a qué “saben”). Reconsiderando entonces el "inicio" de la materia, Stephen Hawking, astrofísico británico de Cambridge University, comenta:

Actualmente sabemos que ni los átomos, ni los protones y neutrones, dentro de ellos, son indivisibles. Así la cuestión es: ¿Cuáles son las verdaderas partículas elementales, los ladrillos básicos con los que todas las cosas están hechas? Dado que la longitud de onda de la luz es mucho mayor que el tamaño de un átomo, no podemos esperar «mirar» de manera normal las partes que forman un átomo. (...) De esta forma, sabemos que las partículas que se creían «elementales» hace treinta años, están, de hecho, constituidas por partículas más pequeñas. ¿Pueden ellas, conforme obtenemos energías todavía mayores, estar formadas por partículas aún más pequeñas? Esto es ciertamente posible, pero tenemos algunas razones teóricas para creer que poseemos, o estamos muy cerca de poseer, un conocimiento de los ladrillos fundamentales de la naturaleza. (Hawking: 1996, 86-87.) (comillas del original).

Vemos cómo el "inicio" (¿o el "final"?) de la materia se amplía gracias a la observación científica del siglo XX, obteniendo hasta ahora elementos que nos dejan en estado de –legítima- *in-certeza*. Pero ésta no culmina allí. Desde 1920, los estudios sobre dinámica de la materia a nivel subatómico arrojaron conocimiento sobre un aspecto diferente y desconocido. Al estudiar cualidades de las partículas subatómicas, el físico alemán Max Planck (1858-1947) determinó que la luz (que es materia-energía, es decir, materia y energía) se constituye de "paquetes" o módulos energéticos, los *cuanta*, término del que recibe el nombre este campo de la física subatómica. Adicionalmente, encontró que la misma materia se comportaba a veces como *cuanta* o partículas, y a veces como ondas o patrones de vibración sin forma. Cuando se le "interroga" a la materia sobre su comportamiento como partícula, ésta se nos muestra tal; si la inquirimos como onda, así se nos muestra. En uno u otro caso, una manifestación excluye a la otra. De allí surge el *principio de complementariedad*, que postula que la realidad material subatómica se complementa por su doble y “contradictoria” naturaleza de ser *partícula* (trozo de materia discreto) y *onda* (patrón de

movimiento sin forma discreta). La materia es identitariamente “contradictoria”, no siendo onda o partícula, sino onda y partícula. Ante esto, las categorías de la lógica de identidad aristotélica pierden sostén: *ergo*, la realidad de la que somos parte incluye ontológicamente aquel tercero que Aristóteles excluyó; *ergo*, la realidad se halla **entre** los valores de *o* e *y*, donde se mueven el Caos, la complejidad y la lógica *fuzzy* o difusa.

El también físico alemán Werner Heisenberg (1901-1976) descubrió en 1926 la peculiaridad que tienen las partículas durante su movimiento: si determinamos la posición de una partícula en el plano, no podremos saber su velocidad, y viceversa. Este fenómeno fue denominado *principio de incertidumbre*. La visión que la ciencia quiera levantar sobre un fenómeno de la materia no será precisa y definitiva, porque la sola incidencia de los haces de luz de los microscopios inyectan otros *cuanta* propios, que se suman a los de la materia observada, chocando entre ellos e incrementando la incertidumbre. Hawking afirma que:

(...) el principio de incertidumbre de Heisenberg es una propiedad fundamental, ineludible, del mundo. (...) El principio de incertidumbre tiene profundas implicaciones sobre el modo que tenemos de ver el mundo. Incluso más de cincuenta años después, éstas no han sido totalmente apreciadas por muchos filósofos, y aún son objeto de mucha controversia. El principio de incertidumbre marcó el final del sueño de Laplace de una teoría de la ciencia, un modelo del universo que sería totalmente determinista: ciertamente, ¿no se pueden predecir los acontecimientos con exactitud si ni siquiera se puede medir el estado presente del universo de forma precisa! (...) En general, la mecánica cuántica no predice un único resultado de cada observación. En su lugar, predice un cierto número de resultados posibles y nos da las probabilidades de cada uno de ellos. (...) Así pues, la mecánica cuántica introduce un elemento inevitable de incapacidad de predicción, una aleatoriedad en la ciencia. (*ibid.*, 72-73).

La ciencia cuántica enseña la realidad no constituida por hechos, sino por potencias o probabilidades. *Lo real es lo posible*. Otra consideración es el carácter de virtualidad de las partículas que la conforman. Lo virtual nos indica algo que se halla *a medio camino entre* la idea y la realidad, sin llegar a identificarse con ninguna. Cada partícula subatómica tiene otra partícula exactamente igual que le duplica; en esas instancias las partículas no son tales, sino vienen a ser un *continuum* de patrones vibratorios que aparecen y desaparecen. Una partícula está apareciendo y desapareciendo, *siendo y no siendo*. En el momento en el que la partícula desaparece y está *no siendo*, aparece en su lugar la otra partícula virtual que permite a la primera *seguir siendo* mientras *no es*. Todo eso se produce simultáneamente<sup>6</sup>. Existe una resonante isomorfía entre ámbitos micro y macrofísico. El proceso de aparición y desaparición de las partículas subatómicas es denominado por los físicos "efecto túnel": la partícula "cava" tal conducto cuando desaparece (cuando *deja de ser*), para aparecer nuevamente en otra región de su cosmos en miniatura, conformado por el trozo de materia-energía al que pertenece (para *ser otra vez*), aunque durante su desaparición siempre contó con la presencia de su propia partícula virtual que le "suplanta" (que siempre estuvo *siendo*, y *nunca dejó de ser*).

Los físicos consideran a este pequeño túnel como un agujero negro en miniatura, que presenta una salida en otra región espacio-temporal. Algo similar, especulan los astrónomos, ocurre en los grandes agujeros negros, o "agujeros de gusano", en los que la materia, energía, espacio y tiempo que por ellos se introduce aparecería en otra región del universo macrocósmico. De lo que se desprende la equiparación de las estructuras y dinámicas de ambos ámbitos. Adicionalmente, se consideran las magnitudes de

---

<sup>6</sup> Apreciamos el texto de Gladys Yunes "Las imágenes de la física" (Yunes: 1993) sobre lo epistemológico en el arte de Jesús Soto, que incorpora lo virtual en su obra.



las distancias entre los componentes de estas dos estructuras (las partículas subatómicas en lo micro; las estrellas y galaxias en lo macro) como factores de gran inmensidad, de lo que se desprende la pérdida de la noción de lo grande o lo pequeño, pues en la instancia microfísica se puede decir que su pequeñez es "tan grande" como las escalas de lo macrocósmico. Las implicaciones revelan incidencias y desafíos epistemológicos, ontológicos y lógicos, y del sentido común mismo, pues el estatuto de existencia de las cosas tangibles, basado en el *ser* de éstas, pierde su asidero. La formulación que escribimos párrafos atrás, sobre lo que *es* y *no es*, pero *sigue siendo*, en su aparente confusión, demuestra el desafío que implica para la lógica común, particularmente la de la identidad ontológica consigo misma.

El *ser* de las cosas ya no se basa en su existencia material, sino se ubica en rangos propios de las instancias trascendentes, asociables con lo no material, lo espiritual, consustancial con lo divino. El discurso científico de estos ámbitos entronca y se convierte en uno mismo con el discurso filosófico y teológico. De los descubrimientos de la física cuántica se desprenden líneas que entroncan con explicaciones sobre lo trascendente. Resulta pertinente la aceptación, por parte de lo epistemológico y ontológico, de que las manifestaciones de la existencia (incluidas las de la existencia del concepto y del sentido) se acomodan en la dinámica de lo opuesto complementario simultáneo, en los que la disjunción *o* se trastoca en la interjección *y*. La exclusión se trastoca en inclusión, la inclusión de lo no definitivo ni finalista, de lo in-cierto o contradictorio, *junta y simultáneamente* con lo cierto y lo afirmativo.

#### *Cierta incertidumbre macrofísica*

La precisión formulable y la predicción del comportamiento mecánico del universo resultaron sin fundamento, pues obviaban lo incierto, azariento, in-exacto, probable y dinámico, secuencial y gerundial. No obstante, la ley newtoniana se mantiene para buena parte de las realidades astronómicas, pues los elementos planetarios y estelares se comportan como partes de un sistema bastante predecible, lo que explica, por ejemplo, el alto nivel de seguridad en la estimación de sucesos astronómicos futuros. Hay que conceder a estos hombres que *la* realidad era la que percibían a través de los sentidos humanos normales y comunes; lejos estaban de sospechar la existencia de esa otra micro-realidad (y macro-realidad, considerando los agujeros negros, en los que las leyes de la física clásica, el tiempo y el espacio, dejan de funcionar), que se comporta diferente de los patrones de orden simplistas, deterministas y causalistas impuestos por ellos. Los extremos del sentido de la realidad material se ampliaron, de micro a macro. Las estructuras de comprensión del mundo sufrieron gran revés, desde los ámbitos de las ciencias físicas y matemáticas (antes "exactas") hasta los de las ciencias humanas y culturales. El modelo dinámico causa-efecto, determinista y predecible, implicaba una noción *lineal* o secuencial en la manifestación de fenómenos. La ruptura cuántica introdujo la adicional noción de la *no linealidad* y de *aleatoriedad* o azar de fenómenos. La noción de (una) realidad como (única) verdad se resquebrajó. Las experimentaciones científicas del siglo XIX consideraron cualquiera no linealidad de fenómenos como una "aberración" atípica de las leyes cartesianas-newtonianas y de la visión y modelo cultural que de éstas se desprendieran.

La linealidad encerraba la dialéctica causa-efecto: la predictibilidad es posible conociendo los patrones de comportamiento dinámico y toda la información de lo observado; causas pequeñas generarían efectos pequeños, causas grandes generarían efectos grandes. Las rupturas de la física cuántica inciden destruyendo esta pretensión de la ciencia moderna. Sus incidencias en el cuerpo de conocimientos de una época, con la manifestación de fenómenos cuyas dinámicas, si bien responden a cierta dialéctica de causa-efecto, no lo hacen en sentido lineal o secuencial. Así, una causa insignificante *podría* generar un efecto inmenso e impredecible. De todo ello se desprende que la meta planteada por la ciencia moderna cartesiana-newtoniana de predecir cuantitativamente y de determinar numérica y formuladamente los patrones de comportamiento de la realidad natural, resultaba imposible. Podemos conocer algunos patrones de cualidad, pero nunca los de cantidad en los procesos dinámicos de la naturaleza, en su paso de un momento o estado al otro. Nótese que hemos encontrado nociones con las que contaban los científicos cartesiano-newtonianos, como *patrón*, *comportamiento*, *cantidad* y *cualidad*. Estas nociones siguen vigentes en la actualidad de la investigación científica, *pero el sentido con el que son asumidas difiere radicalmente*. Si bien ya no se busca la cuantificación como regla finalista del entendimiento científico, la *cualificación* sí se ha erigido como noción necesaria para entender la *cualidad* que muestran los fenómenos descubiertos en el siglo XX, que se mueven en un *patrón de comportamiento* diferente, cuantificable parcialmente.

La cultura occidental contemporánea ha aprendido a ver al Caos como un lugar de oportunidad, de desorden interactivo generador de nuevos tipos de orden, de generación, degeneración y regeneración constantes. Esta regeneración constante no se evidencia únicamente en los procesos físicos o materiales, sino también en los del conocimiento y la generación de ideas. Este nuevo sentido surge como alternativa para explicar y comprender la realidad más amplia que estudia la observación científica contemporánea. Estas dinámicas no responden a reglas cartesiano-newtonianas, sino se enmarcan en aquellas "aberraciones" atípicas que aquella ciencia desestimaba. Lo "aberrante" responde a lo *no ordenado*, *indefinido*, *informe*, al *Caos*, noción que desde la década de los años sesenta del siglo XX ha surgido en el campo científico, asociada con la manifestación de fenómenos no lineales, con un nuevo sentido y con fuertes incidencias en la episteme actual. Con lo visto, por el lado de las ciencias físicas y "exactas" la modernidad comenzó a presentar fracturas. Por el lado de las ciencias humanas, las nociones de linealidad en la evolución del hombre y la sociedad, gracias a la propiedad racional de éste, que preveían el progreso hacia delante y hacia arriba, también comenzaron a fracturarse. El dominio pretendido resultó apoyado sobre bases quebradizas.

Los grandes relatos y utopías con los que la modernidad pretendía dar orden al mundo no lograron sus profecías. El progreso moderno, si bien lo ha habido, no garantizó que sus beneficios se aplicaran a la totalidad de la población; los grandes avances de la humanidad, gracias a la tecnología, conllevan también los grandes daños a ésta, y no otra cosa son la contaminación ambiental, el recalentamiento del planeta, la ruptura o debilitamiento de sectores de la capa de ozono en la atmósfera, el hambre y la mortalidad infantil en algunos países, el subdesarrollo, la destrucción de amplios bosques. El orden del mundo predecible e impuesto, que existía en la mentalidad de los modernos desde su nacimiento medieval, se había constituido en modelo de cultura de Occidente hasta que, como escribiera el filósofo y semiótico italiano Umberto Eco, *"la crisis de este orden y la instauración*

de nuevos órdenes [contemporáneos], la búsqueda de módulos 'abiertos' capaces de garantizar y fundamentar la mutación y el acaecimiento y, por último, la visión de un universo fundado sobre la posibilidad, como sugieren a la imaginación la ciencia y la filosofía contemporáneas" (Eco: 1965, 12) (comillas del original), han dado al traste con aquellas pretensiones modernas. Hoy la ciencia no busca dividir para maniatar; busca integrar y conectar para dejar fluir.

La Teoría del Caos dista de ser un bloque monolítico en sus concepciones y áreas de trabajo y teorización. Es más bien un eslabonamiento de modelos teóricos, formulaciones matemáticas y técnicas experimentales cuyo objeto de estudio es el comportamiento de fenómenos inestables, aperiódicos, no lineales, impredecibles a largo plazo, característicos del mundo. La propiedad de los sistemas caóticos o *inestables* radica en que durante su funcionamiento éstos nunca vuelven a establecerse en sus configuraciones originales, luego de experimentar turbulencias en su desarrollo, originando múltiples, azarosos y posibles comportamientos que se bifurcan, dando entrada a la complejidad; al contrario de los sistemas *estables*, que luego de experimentar turbulencia, regresan a su configuración de origen.

Un sistema *estable* puede ejemplificarse como sigue: el caminar a un mismo ritmo de una persona normal, estabilizada y consciente, se caracteriza porque si experimenta algún tropiezo (turbulencia), puede dar un traspíe (inestabilidad), para luego recuperar el equilibrio y la configuración original de su caminar: predeciblemente *regresa a la estabilidad*. Un sistema *inestable* se ejemplifica como sigue: la referencia del caminar original de una persona consciente (estabilidad) ahora experimenta confluencia de alguno de los muchos elementos (complejidad) que confieren irregularidad (turbulencia) y le hacen dar algún tropiezo. Estos efectos pueden darse, por ejemplo, en el organismo por la presencia o introducción de licor ingerido, que genera alteraciones de pulso, de flujo de sangre al cerebro, cambios neuroquímicos, etc., que alteran las facultades conscientes de la persona, manifestándose el desequilibrio y los tropiezos (inestabilidad). La persona (ebria) tropieza, pierde la configuración original de su ritmo de caminata, y *nunca regresa al equilibrio original*. No se puede predecir qué pasará, cuál ritmo o dirección va a tomar. Cualquier paso o trayectoria que tomara sería marcadamente diferente a otra. Algo similar ocurre con la persona demencial, o con los movimientos oculares de esquizofrénicos, o con piedras que caen en un alud. La existencia de muchas probabilidades de manifestación e información dificultan cualquier intento de estimarla con precisión; y a mayor información de posibilidades de suceso, mayor dificultad y complejidad.

Las trayectorias caóticas, en comparación con las simples o únicas, pueden visualizarse a través de graficaciones sencillas. La trayectoria que describe un cuerpo puede ser lineal, única y previsible dentro de condiciones estables que garantizan su unicidad. Una pluma de ave dejada caer al suelo describirá una trayectoria lineal predecible en un lapso de tiempo calculado, si no intervienen elementos adicionales que complejicen el proceso. La misma pluma describirá una trayectoria caótica si en el proceso intervienen variantes como flujos de aire de distintas direcciones y sentidos, su nivel de humedad, temperatura; esto complejiza el proceso y puede hacer que la pluma describa en su caída una trayectoria incierta en sus predicciones de sitio de

contacto con el suelo, e incierta incluso en el aspecto temporal. Otra manera es expresarlo en dos diagramas, como los que muestran abajo el desvío de una trayectoria única.

Gráfico primero

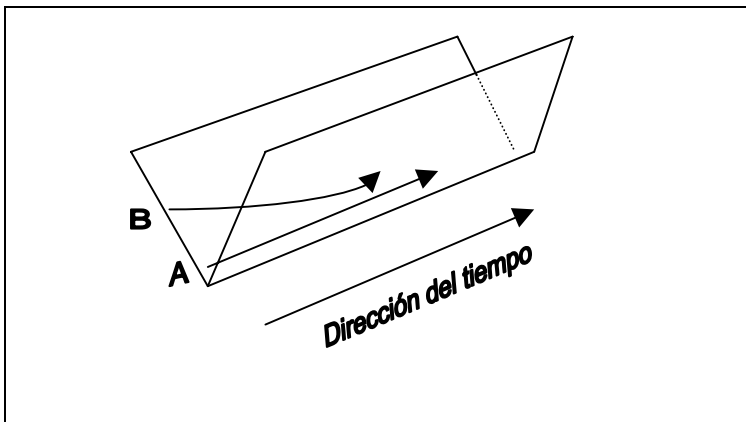
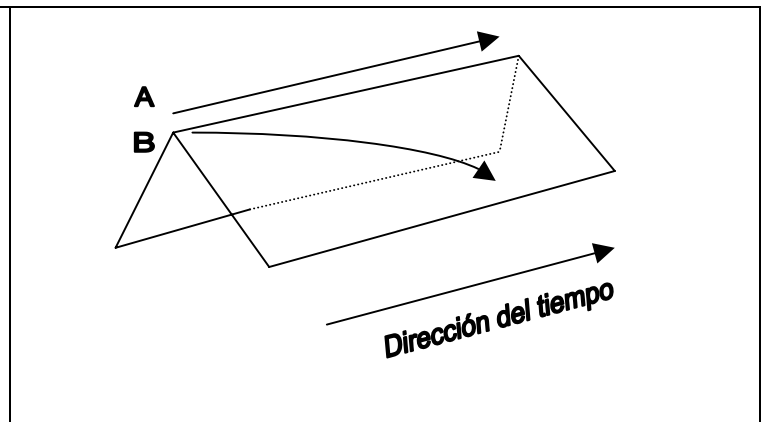


Gráfico segundo



Citamos al físico italiano estudioso del Caos Tito Arriechi para explicar este gráfico: "*Comparemos dos senderos iguales pero con diferentes entornos o 'paisajes': el primero con un terreno en forma de valle, el segundo con la cresta de una colina. La inicial y 'exacta' posición A da el sendero esperado; un ligero error en la posición B da un sendero que en el primer caso converge con el sendero correcto (el tiempo rectifica el error), pero en el segundo diverge (el paso del tiempo incrementa el error inicial)*". (Arecchi: 1992, 351) (comillas del original; traducción del inglés nuestra).

Stephen Kellert, filósofo e historiador estadounidense de Indiana University, propone una suerte de ejercicio para comprender que la complejidad evolutiva está inscrita en la escala del universo mismo. Dado que la complejidad y las posibilidades abiertas de coincidencia y modificación de trayectorias es observada por el Caos y la dinámica cuántica, propone imaginar dos universos idénticos creados a partir de un momento dado, en los que todas las partículas tengan la misma posición, hasta en un infinito número de decimales. Kellert especifica:

Permita que las descripciones físicas de los dos universos sean idénticas (...). Ahora imagínese observándoles en su despliegue. Luego de un rato, ellos serán marcadamente diferentes: un átomo decaerá en uno distinto, pero no en el otro, un huracán abatirá Florida en uno [de los universos] y no en el otro, dos asteroides colisionarán en uno y no en el otro. El determinismo falla. Ahora atienda al hecho de que la histórica evolución del universo físico es fundamentalmente *abierto*. (...) El universo simplemente sucede. (Kellert: 1993, 74-75.) (cursivas del original; traducción del inglés nuestra).

En este ejemplo se muestra cómo la indeterminación y "apertura" se hallan presentes en las dinámicas de lo microcósmico (cuántico) como de lo macrocósmico, y dentro o *entre* ambas se manifiesta el sentido y el vivir.

### ***Las dos tendencias de la Teoría del Caos***

La primera tendencia corresponde con la acepción primigenia de Caos como receptáculo de creación y surgimiento de orden: *el Caos como socio del orden*. Esta tendencia estudia el rasgo espontáneo del orden que caracteriza la capacidad autoorganizadora

de la materia y la realidad, las *estructuras disipativas* que surgen imprevisiblemente en los sistemas afectados por entropía e implícita muerte, supuestamente irreversible. Aquí la entropía es vista como creadora de materia organizada, de orden. En este sistema el patrón caótico desaparece y emerge un nuevo orden. La segunda tendencia se desarrolla en el estudio del *orden que subyace dentro del caos*. En ésta el Caos pierde su carácter de aleatoriedad pura, y se asume su comportamiento dentro de patrones ordenados, objetos matemáticos abstractos, sin volumen, llamados *atractores simples* y *atractores extraños*, que se manifiestan dentro de sistemas complejos concentrados en regiones delimitadas. Estos patrones de orden se deducen por su presencia en diversos sistemas, no circunscritos a las ciencias físicas o a las abstractas matemáticas, sino en sistemas como el desarrollo de enfermedades epidémicas, el virus del sida, fluctuaciones bursátiles, crecidas de ríos y movimientos oculares de enfermos esquizofrénicos, entre otros. Estos sistemas tienden a un mayor estado caótico. A ellos nos referimos en los apartes dedicados a los atractores y a los atractores extraños o fractales. Cada una de las dos tendencias del Caos presenta adicionales características. La formulación matemática que utilizan es diferente.

#### *Orden a partir del caos*

Tiene como principal personalidad al físico belga Ylia Prigogine, Premio Nobel de Física en 1979 por su descubrimiento de las *estructuras disipativas*. Presenta una fuerte formalización teórica con consecuencias filosóficas, ontológicas y metafísicas adicionales a sus resultados de experimentación. Incluso celebra la extrapolación de sus logros hacia ámbitos diferentes, como la explicación, comprensión y previsión de fenómenos como el tránsito automotor. Hayles observa la fuerte afinidad y relación que Prigogine sostiene con círculos intelectuales franceses. Los alcances filosóficos de esta tendencia tocan cuestiones de antiquísima data, como la noción de vacío referida por el pensamiento taoísta chino, la reconciliación de nociones del *ser* y *devenir*, tratadas ya por Heráclito (siglos V y IV a.C) y por el filósofo francés Henri Bergson (1859-1941). Resulta imprescindible referir al filósofo y poeta latino Lucrecio (c. 98-55 a.C), quien en su obra *De rerum natura* comentaba la noción de *clinamen*, definida como la "inclinación" que caracterizaba a los átomos en su manifestación de devenir y evolución de la materia. El *clinamen*, doctrina original del griego Epicuro (341-270 a.C), expresaba las pequeñas desviaciones en que incurrían los átomos en su caída hacia abajo producida por su propio peso, que daban lugar a que se encontraran y mezclaran en una condición evolutiva; de aquí la libertad que átomos y naturaleza ejercen, en oposición a una visión mecanicista del mundo.

El filósofo francés Michel Serres realizó un estudio sobre Lucrecio (que no referimos en nuestra Bibliografía). Ylia Prigogine y el norteamericano William Demastes hacen referencia a Serres y a Lucrecio en su vigencia y actualidad, en los libros que incorporamos en nuestra Bibliografía. Todos coinciden en la producción de novedades posibles de organización a partir de la "nada" que surge de la des-composición o des-ordenamiento de la materia. A continuación dedicaremos apartes a la entropía y luego a las estructuras disipativas.

#### *La entropía*

La representación de la ciencia moderna sobre la evolución de la realidad y del universo se apoya en la tendencia a la degradación y muerte de la materia, producida por la muerte de energía calórica. Dado que las energías se mueven sobre el

requisito de cualidad térmica, estas representaciones corporizan las Leyes de la Termodinámica. De éstas, la segunda es la de mayor manejo conceptual y extrapolación contemporánea hacia otros ámbitos de la cultura y sus procesos, los cuales desde la perspectiva moderna deberían comportarse en los mismos términos predecibles de evolución y muerte universal, una vez agotadas sus fuentes de calor, luego de lo cual se disiparía. La entropía refiere al calor dividido por la temperatura absoluta, en una escala de temperatura en la que su punto cero representa el grado de calor más bajo posible. Los procesos o sistemas *cerrados* siempre transfieren energía calórica en sus interacciones, de la que siempre se desprende una parte. Si un sistema está siempre en equilibrio la entropía es constante. Pero esto no se da en el mundo real: la entropía aumenta al ser transferido calor en un sistema cerrado.

Ya habíamos comentado que la ciencia de la física moderna consideraba los procesos universales como predecibles, que funcionan mecánicamente, y que podían recrearse retrocediéndolos en el tiempo. Esto se conoce como reversibilidad de procesos que se caracterizan por su ciclo de nacimiento y mortalidad. Cuando el sistema es equilibrado, la termodinámica sería reversible; cuando entra en desequilibrio, se produce irreversibilidad, y la muerte del calor conlleva la desaparición de los componentes del sistema. La entropía se produce en sistemas cerrados, donde la muerte de éstos es inevitable. No sucede así con sistemas abiertos, que abarcan los sistemas biológicos; estos organismos no experimentan entropía porque constantemente se hallan intercambiando calor con su entorno, del que reciben y al que entregan a través de la alimentación y funciones orgánicas, incluso durante su des-composición y disipación de sus estructuras orgánicas luego de la “muerte” biológica, que se re-estructuran en nuevas organizaciones, al integrarse al suelo o a la atmósfera, por ejemplo.

#### *Las estructuras disipativas*

Lo que diferencia el enfoque de Prigogine, que colabora con su colega Isabelle Stengers, con quien firma muchas de las publicaciones que recogen su investigación, es que éste considera que aún en sistemas cerrados alejados del equilibrio la entropía puede disminuir y desaparecer, permitiendo que se evite la muerte de aquellos. Esto aparece explicado en (Prigogine: 1996) y en (Prigogine/Stengers: 1990). En estos libros tratan sobre las consecuencias filosóficas que inciden en el antiguo problema de la reconciliación del ser y el devenir. Como el desequilibrio implica mitigación del orden y muerte, en los sistemas estudiados por Prigogine puede darse una nueva posibilidad de reordenamiento. Los sistemas como éstos, en los que la presencia de entropía que connota desgaste no implica la muerte irreversible, presentan una cualidad *autoorganizativa* de la materia, y son considerados *estructuras disipativas*, donde el desorden entrópico se disipa a favor del surgimiento de otro orden.

Al seguir empleando el término entropía en este tipo de manifestación, Prigogine le confiere un sentido positivo, viendo un universo rico en desorden creador, del que surgen estructuras organizativas. Podemos asociar al escenario en el que se genera la estructura disipativa con el escenario en el que se operan las transformaciones generadoras de la plenitud de lo lleno, de la realidad actuante y deviniente, pleno de compleja relación entre orden y desorden, de simultaneidad entre el determinismo y la

impredecibilidad, tanto en lo local como en lo global, en lo macro y en lo micro. Si bien las reacciones autoorganizativas de la materia ya existían, Prigogine creó una metafísica de estas reacciones en una nueva visión del surgimiento del orden, reconciliando así no sólo al ser y el devenir, sino a los discursos científicos “duros” con los humanistas “suaves”. Esta referencia se apoya sobre la conocida reacción denominada en el ámbito de la química como BZ, iniciales de los científicos rusos Belusov y Zhabotinskii, que Prigogine ya conocía e incluso comenta en sus libros.

Esta reacción se manifiesta en una cápsula de Petri contentiva de iones de bromato y cerio en un medio ácido. Esta solución es homogénea al principio, pero luego se forma un anillo de color en su centro, que se extiende hacia el perímetro. Si se produce fricción sobre este anillo, aparecen otros anillos similares que luchan por desplazar al primero, en lo que triunfa el que oscila en frecuencias más altas, que destruyen las ondas más bajas de los otros anillos. Posteriormente este anillo triunfante comienza a desaparecer, con lo que la solución regresa nuevamente a su estado originario ordenado, a partir del cual se puede recomenzar el proceso anterior. Este proceso revela una propiedad autoorganizativa de la materia. Citamos a Hayles cuando explica más detalladamente que

Prigogine demostró matemáticamente que cuando las concentraciones iniciales de los reactivos son grandes, la solución se torna inestable y aparecen fluctuaciones locales en la concentración de los reactivos. Pasado cierto punto crítico, estas fluctuaciones microscópicas se correlacionan con otras fluctuaciones espacialmente alejadas de ellas, y se convierten en los puntos centrales desde los que surgen los anillos y las espirales macroscópicas de la reacción de BZ. Prigogine y Stengers representan esta coordinación como concentraciones macroscópicas que 'instruyen' a las regiones locales para que intervengan en un proceso de autoorganización a través de una suerte de 'comunicación'. (...) [Estos autores enfatizan este aspecto, en el] que millones de moléculas individuales puedan 'comunicarse' de modo de hacer posible la formación de estructuras macroscópicas." (Hayles: 1998, 128).

Prigogine destaca la capacidad de la materia, que "sabe" cuándo cuándo y cómo actuar a efectos de reorganizarse en otra estructura diferente, una vez destruida su anterior condición. Las incidencias filosóficas implícitas demuestran que la materia y su estructura no *es*, sino que *va siendo*: el *ser* se reconcilia con el *devenir*, lo que deviene actual. Existen formulaciones filosófico-teológicas sobre el primero como estatuto existencial allende manifestaciones espacio-temporales (ámbito trascendente, espiritual, la realidad dentro de lo espacio-temporal es devenir, ir siendo). Griffin (Jencks: 1992) lo trata. Las incidencias del devenir se acusan también en asuntos como la identidad y ser de significaciones y sentidos en enfoques simultáneos y evolutivos, lo que coincide con lo tratado respecto a los fenómenos cuánticos y la lógica difusa. Hay un causalismo en sus teorías, mas no predecible ni lineal. Prigogine apunta que

la ciencia moderna nos ha llevado a una comprensión mejor de los mecanismos del evento. En la física o en la química, los eventos se asocian con bifurcaciones. (...) Aunque el pasado ahora pareciera haber sido determinado, en realidad es un resultado entre muchas posibilidades que pudieran haber ocurrido. Igualmente, el futuro no está determinado debido a que habrá eventos, cuyos resultados no podemos predecir. (Prigogine: 2000, s/n).

Este tipo de comunicación entre componentes microscópicos de la materia se apoya en el intercambio de energías entre ellas, y entre el sistema que corporizan con el entorno en que se halla inserto. Extrapolaciones de esto han sido aplicadas en numerosos

casos, como en el estudio de las bolas de billar "desarregladas" luego del impacto y acción del taco del jugador, y la característica "abierta y evolutiva" que describe el fluir del tránsito automotor, así como la proposición de un modelo que ve la dinámica del orden a partir del caos como algo intrínseco a la formación del cosmos. La isomorfía que los planteamientos de Prigogine despliegan se refleja en la interconexión retroalimentante de las visiones de los filósofos. El mismo Prigogine se encarga de reafirmar esto cuando escribe:

Siempre he pensado que la idea de la bifurcación es una metáfora útil para las ciencias sociales. Por supuesto, no pretendo sugerir que las ciencias humanas deben reducirse a la física. Pero comprender la ciencia de la complejidad es mucho más útil como metáfora que el atractivo tradicional a la física newtoniana. (...) Traer a la ciencia más cerca de la percepción humana ha sido la principal meta de mi trabajo. La tarea de esta empresa es encontrar la estrecha forma entre las ciencias deterministas, que hacen del hombre un autómatas, y un mundo abierto al azar. (*ibid.*)

La filosofía de Prigogine se apoya en la necesidad de asumir una visión y entendimiento de la realidad y de la física en términos evolutivos, incluso en una visión biológica de éstas. La nueva física –así denominada por Prigogine– salva el vacío que dejaba la ciencia clásica, y su visión de la naturaleza según leyes deterministas, y las humanidades, con su hincapié en la libertad y responsabilidad humanas. Prigogine está conciente del carácter de metáfora de esta visión, y sabe que ella nunca ayudaría a resolver todos los problemas pretendiendo elaborar una teoría unificada que explique la política, la economía, la inmunología, la física y la química.

Y sin embargo, -cita Horgan- esto introduce un elemento unificado. Introduce el elemento de la bifurcación, introduce la idea de los modelos evolutivos, que, desde luego, encontramos a todos los niveles. Y, en este sentido, es un elemento unificador de nuestra visión del universo. (Horgan: 1998, 279). [Más adelante continúa la cita apuntando que] un mundo completamente irracional e impredecible resultaría igualmente terrorífico. «Lo que tenemos que hacer es encontrar un término medio, una descripción probabilística que diga algo, ni todo ni tampoco nada.». Su concepción podría ofrecer un marco filosófico para comprender los fenómenos sociales (...). Pero la conducta humana no podría definirse mediante un modelo científico o matemático. (*ibid.*)

Las ciencias hoy no pueden pretender dar certidumbres, sino probabilidades. La irreversibilidad y el azar son parte del mundo y de la creación de la vida, y abundan más que los procesos reversibles. No en balde Prigogine refiere a Bergson, cuando éste afirmaba que lo posible es lo real (y que éste es más rico que aquél), y que el tiempo es un brote efectivo de novedad imprevisible. Y cuando incluso escribe: “*La imaginación de los posibles, la especulación sobre lo que podría haber sido, es uno de los ramos fundamentales de la inteligencia humana.*” (Prigogine: 1996, 206). Según eso, la vida no surge contra los procesos disipativos entrópicos sino más bien *en* ellos. Se puede considerar entonces que la entropía es la que genera vida, y no la que la destruye.

Aparte de estas diferencias, todos los sistemas caóticos comparten ciertas semejanzas, como *la no-linealidad*: Los sistemas dinámicos o caóticos presentan características propias, siendo ésta la más destacada. La manifestación evolutiva lineal y predecible que consideraba la ciencia moderna en sus formulaciones y ecuaciones pierde en este tipo de sistemas su carácter absoluto: con ecuaciones lineales, causa y efecto se corresponden. En cambio, las funciones no lineales son incongruentes entre



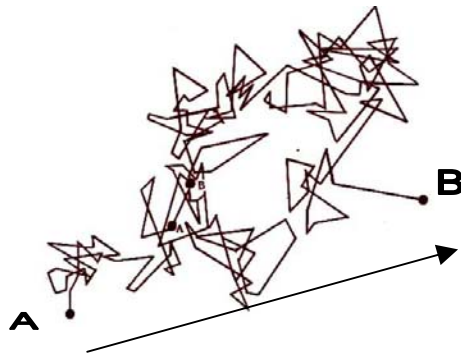
causa y efecto. La práctica científica moderna refuerza que la linealidad es la regla natural, y que la no linealidad es excepción. La Teoría del Caos revela lo contrario. La concepción prigoginiana valida lo insondable del mundo y de la existencia, y busca lograr el “reencantamiento” con la naturaleza: las teorías imprecisas, in-ciertas, son más significativas que aquellas exactas y precisas.

Otra característica de los sistemas caóticos es la de su *sensibilidad a las condiciones iniciales*, a las irregularidades o cambios, conocidos como perturbaciones, relativizando las posibilidades de estimar su evolución o resolución final. Si los elementos que conforman las condiciones o características a partir de las cuales el sistema se crea o comienza a funcionar presentan fluctuaciones o irregularidades, generarán irregulares e impredecibles finales. Esto ilustra a un sistema tan dinámico por excelencia como la atmósfera de la Tierra, cuyo comportamiento (y los efectos que sobre el clima se producen) puede ser tan sensible a partir de cualquier momento de su evolución que, comentando parafraseadamente un aforismo muy utilizado en este campo, algo tan sutil como el aleteo de una mariposa en Arizona *podría* generar una tormenta en Hawaii, fenómeno conocido como "efecto mariposa". Esto no implica que cada vez que una mariposa dé un aleteo se producirá una tormenta lejana, sino que, dependiendo de múltiples posibilidades de aparición de fuerzas -similares o más o menos leves-, el desarrollo de la perturbación leve de las alas de mariposa, dentro de cierto lapso de tiempo, puede evolucionar hacia grandes resultados, o bien hacia la disipación, impredeciblemente. Más: los teóricos del Caos estiman que si se ignorara un efecto tan sutil como la atracción gravitacional de un electrón en el otro extremo de nuestra galaxia, las trayectorias que seguirían las bolas de billar de un jugador que acaba de ejecutar el golpe a éstas, y que estuvieran a punto de chocar, se tomarían impredecibles en el lapso de un minuto.

La evolución no lineal se expresa en conjunción con la sensibilidad a las condiciones iniciales de arranque, y una fluctuación microscópica puede convertirse en una respuesta macroscópica, convirtiendo al sistema que la presenta en caótico. Como la precisión en el cálculo de condiciones iniciales -o en la observación de cualesquiera condiciones- es imposible, dado el carácter inestable de la realidad y la materia, y a menos que ese cálculo pudiera realizarse con infinita precisión -imposible-, el desarrollo del sistema se torna impredecible ante el intento de cualquiera pretendida formulación exacta.

Se pueden entender mejor las variabilidades de fenómenos que se aspira sean repetibles en una perfecta medida. El más experto jugador de *bowling* jamás podrá repetir una jugada dos veces, sino aproximadamente: cada tiro que realiza implica que la fuerza que comunica a su brazo para generar el impulso que arrojará la bola hasta los pines del final de la pista, estaría inicialmente condicionada por las variaciones de temperatura del local, el calor o frío de la bebida que tomó un momento antes, la vibración de las otras bolas rodando y la respiración de otras personas cercanas a él, o la leve corriente de aire que ingresa al local cada vez que alguien abre la puerta. Esas variaciones ínfimas pueden transformarse en impredecibles fuerzas que modificarían el tiro y la trayectoria misma de la bola al rodar. Otro tanto puede decirse del cantante que repite un *aria*, o del *pitcher* que lanza sus infalibles curvas. Nunca ningún tipo de ejecución se repite exactamente, aún cuando sea susceptible de racionalizarse el proceso

de entrenamiento de uno u otro. En la dinámica natural del azar se manifiesta otro fenómeno, ya descubierto para 1828 por el botánico inglés Robert Brown, conocido como *movimiento browniano*. Este movimiento fue detectado al observar cómo las motas de polen o de polvo se movían sobre la superficie del agua o en el aire, describiendo trayectorias desordenadas en zigzag. Las líneas dibujadas por las trayectorias brownianas no son esencialmente una realidad física. Como puede apreciarse en la figura próxima que describe tales trayectorias, lo que corresponde a la realidad física son sus posiciones o puntos de cambio. Este tipo de graficaciones se levanta a partir de la medición de periodos de tiempo constantes y predefinidos, digamos, cada 30 segundos.



La línea quebrada indica la trayectoria irregular y azarosa de la partícula para ir de A a B

Los físicos explican que una vez levantada una graficación como la que se muestra abajo, si se duplica el periodo, por ejemplo, a 60 segundos, la graficación que se obtiene es esencialmente la misma, pero en una escala mayor. Esto responde a una manifestación de recurrencia exponencial o *iteración*, que se reconoce también en los objetos fractales que trataremos a continuación.

#### *Orden dentro del Caos: el atractor simple*

Esta tendencia se apoya en los patrones de orden que corporizan los fractales, estructuras geométricas de altísimo grado de complejidad y recursividad. Sus principales exponentes son Edward Lorenz, conocido como una suerte de "padre" de las ciencias del Caos, Benoit Mandelbrot, "padre" a su vez de la geometría fractal, y Mitchell Feigenbaum. En el caso de los sistemas estables, su comportamiento se produce por la presencia de un punto denominado atractor simple, que actúa como elemento que confiere inclinación del sistema hacia la estabilidad. El atractor simple se halla en sistemas estables predecibles. Las trayectorias posibles que despliegan en su movimiento coinciden sobre un mismo punto (cuando se grafican matemáticamente las trayectorias como secuencias de puntos), convirtiéndose en una sola, sin presentar bifurcación de trayectorias posibles. La representación matemática de los sistemas estables levanta un estado de espacio (o estado de fase, como lo denominan los físicos). Son disipativos, pues la fricción de los componentes que incorporan turbulencia hace que éstos pierdan su energía disponible; y el sistema retorna a la calma. El estado de fase muestra una contracción de sus áreas, siendo el resultado final un atractor simple, un *set* de puntos sobre el que las trayectorias posibles convergen, igualándose a cero. Describen una línea o trayectoria recta.

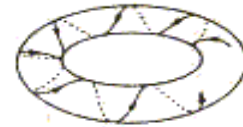
Hasta el descubrimiento del Caos se conocían tres atractores simples: el *punto fijo*, el *ciclo límite* y el *toro*, y ninguno de ellos explicaba la inestabilidad de los procesos caóticos. Estos tres atractores se grafican de diferentes maneras, según propuso el físico Kadanoff en 1983, pero cada una muestra órbitas que tienden a girar o a apuntar hacia un mismo sitio, como se muestra en el triple gráfico a continuación. El *punto fijo* muestra cómo cuatro líneas forman una equis, hacia cuyo centro convergen sus puntas; el *ciclo límite* dibuja una especie de remolino; y el *toro* dibuja un aro doble o "neumático" dentro del que una órbita va aproximándose alternadamente al lado interno o agujero central de esta conformación.



Punto fijo



Ciclo límite



Toro

### *El atractor extraño o fractal*

Si en sistemas simples la estabilidad se produce por presencia de un punto atractor simple que atrae al sistema hacia un mismo dibujo superpuesto de trayectorias, en sistemas complejos el tránsito hacia la bifurcación se produce por un punto conocido como atractor extraño. Este tránsito es producto de lo inestable causado por la sensibilidad a las condiciones iniciales que presentan los componentes del sistema, pues a cada punto de un atractor le corresponde otro punto cercano que seguirá un sendero que exponencialmente diverge del original. La atmósfera terrestre es un sistema caótico, predecible sólo en rangos muy amplios de probabilidad (de lo que afortunadamente están concientes los estimadores del clima hoy día). Los fenómenos caóticos libran a nuestra atmósfera de una eterna repetición y le permite expresarse en las variaciones climáticas propias de los cambios evolucionarios. Cuando un sistema de este tipo se expresa en ecuaciones matemáticas, éstas permiten diferentes soluciones. De hecho, agrega Kellert que,

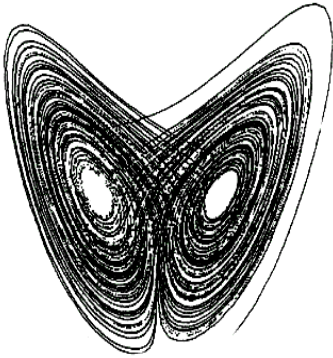
dada cualquier especificación de condiciones iniciales, hay otro juego de infinitas condiciones cercanas desde las que que divergirán hacia una distancia dada y un tiempo dado. (...) Lorenz<sup>7</sup> habló de las consecuencias de su descubrimiento en estos términos: 'Esto implica que dos estados que difieren en imperceptibles cantidades pueden eventualmente evolucionar hacia dos estados considerablemente divergentes. Si, luego, hay algún error cualquiera en la observación del presente estado -y en cualquiera sistema real tales errores parecen inevitables- una aceptable predicción de un instante del estado en el futuro distante puede muy bien ser imposible.' (...) [Por lo tanto, ] cualquier intento de predecir el clima [de nuestra atmósfera caótica] con precisión a largo plazo fallará al final a menos que se tomasen en cuenta todos los datos, incluyendo todas las mariposas, con completa precisión. (Kellert: 1993, 12. Traducción del inglés nuestra).

A partir de los descubrimientos de Lorenz cualquier intento de descripción de realidades sistémicas complejas se levanta sobre aproximaciones cualitativas, y no cuantitativas. El atractor extraño reconcilia dos efectos contradictorios, pues en sus dinámicas

<sup>7</sup> Refiere al meteorólogo estadounidense Edward Lorenz, quien estudiando la graficación de ecuaciones variables sobre el comportamiento fluido atmosférico en 1963, detectó la dependencia de estas variables a condiciones iniciales, que denominó "efecto mariposa", frase que insertó en un *paper* de 1979 "*Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?*".

son atractores, lo que significa que sus trayectorias cercanas convergen unas sobre otras, [pero también] exhiben sensitiva dependencia a condiciones iniciales, lo que significa que sus trayectorias inicialmente cercanas divergen rápidamente. Esta aparente contradicción es reconciliada por una de las principales características geométricas de los atractores extraños: una combinación de estiramiento y de estrechamiento. La acción de un sistema caótico tomará puntos cercanos y los extenderá hacia fuera en ciertas direcciones, creando así la divergencia local responsable de la impredecibilidad. Pero el sistema igualmente tiende a "plegar" y juntar los puntos que están a alguna distancia, causando una convergencia de trayectorias en una dirección diferente. (...) Es así como podemos ver los dos atributos de un atractor extraño: puntos cercanos pueden rápidamente evolucionar hacia lados opuestos del atractor. (...) Esta disposición es un fractal. (*ibid.*, 12, 14).

Cuando es graficado, un atractor extraño muestra cómo sus trayectorias se cruzan, definiendo un tipo de fractal:

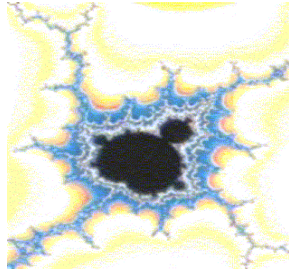


En el atractor de Lorenz, vemos dos disímiles estructuras, una correspondiendo claramente a la convección rotacional en el sentido del reloj y la otra en el sentido contrario. Como los dos puntos cercanos en el 'disco' izquierdo evolucionan en el tiempo, sus trayectorias se mueven hacia el centro de la figura y están estiradas. Luego de varios viajes alrededor del disco izquierdo, una de las trayectorias puede haber vagado lo suficientemente lejos como para que en su siguiente paso a través del centro salte fuera de su anterior vecindad y comience a girar alrededor del disco derecho. Durante todo el tiempo, las trayectorias del disco derecho van siendo 'plegadas' de la misma manera entre varias otras sobre el disco izquierdo. Así, vemos los dos atributos de un atractor extraño: puntos cercanos pueden rápidamente evolucionar hacia lados opuestos del atractor, aunque las trayectorias estén confinadas a la región del espacio de fase con una particular disposición.

Esta disposición es un fractal. El estiramiento y plegamiento de los sistemas caóticos da al atractor extraño la definitiva característica de una dimensión no integral, o fractal.

(*Ibid.*, 14)

Como las trayectorias deben diferir exponencialmente, agrandando por tanto la figura no-espacial o no-volumétrica del fractal, sus propiedades de objeto geométrico caracterizan la manera en que su estructura reaparece en diferentes grados de magnificación exponencial. El objeto fractal presenta la característica de que cuando es graficado a través de un programa de computadora, revela en su amplificación mayores e infinitos detalles. La graficación se genera cuando se levanta una ecuación de segundo grado expresada como:  $3 + X^2 = ?$  El resultado de esta ecuación se re-aplica sustituyendo a la variable X, procediendo nuevamente a otra resolución, que otra vez sustituye a la misma variable. La asignación de colores y líneas a cada elemento de la ecuación permite que la computadora genere imágenes fractales. Sus características visualizables se van redoblando, replegando o reduplicando unas sobre otras *ad infinitum*. La graficación fractal arroja imágenes de gran belleza, como la que apreciamos en la siguiente imagen, levantada a partir de la original que descubrió Mandelbrot. Si se detallara en aumento, se apreciaría que cada elemento o "molécula" de esta configuración reproduce la misma forma.



Otra graficación fractal se logra a través de procedimientos similares, para formar imágenes geométricas regulares. La imagen a continuación muestra el llamado Triángulo de Sierpinski, por el apellido del matemático que le diseñó, que muestra cómo la recurrencia de la misma figura de un triángulo equilátero se genera sobre sí misma, conteniéndose y reproduciéndose infinitamente hacia lo grande y hacia lo pequeño.



La naturaleza expresa su crecimiento según patrones iterativos, como en los casos de formas recurrentes sobre sí mismas, en las que cada recurrencia o carácter gradual del patrón fracto manifiesta un aumento exponencial (el crecimiento de las hojas), como se demuestra en la triple imagen siguiente:



Los fractales presentan tres grandes características, lo *casual*, lo *gradual* y lo *teragónico*. Lo *casual*: potencial o posible resultado, de entre muchos a veces infinitos, surgido como respuesta a la introducción de un elemento aleatorio en un orden dado, produciendo una randomización (del inglés *random* [azar], que proviene de la expresión francesa antigua *á randon*: cuando un caballo se desboca y no se sabe qué pueda hacer) que siempre genera *un otro orden*. Podemos asociarlo con lo imprevisible.

Lo *gradual*: la autosimilaridad de la forma irregular del fractal tanto en el conjunto como en sus partes (el algoritmo recursivo<sup>8</sup> de ciertas formas), como la inmediatamente más grande o más pequeña estructura de ciertas células de un organismo vivo. Es una propiedad generatriz. Lo *teragónico*: la “monstruosa” poligonalidad de lados y forma del objeto fracto. Se habla de números teragónicos como aquellos cuyas expresiones exponenciales incluyen más de 13 dígitos, cifras monstruosamente altas: si el valor real de una cifra exponencial de base pequeña como  $2^{2537465937564}$  es sumamente alto, imaginemos el de la cifra  $265.749.871.392^{46959834987663}$ . El prefijo *teros* designa en griego lo monstruoso, quimérico, lo que cae fuera del canon clásico de proporciones y se nos va de las manos y del entendimiento común.

#### *Relaciones y recaídas en la episteme*

El conocimiento obtenido tras el estudio de fenómenos caóticos arroja amplias visiones de la naturaleza. La evolución de sistemas caóticos impide obtener predicciones precisas, dadas sus divergentes trayectorias posibles. Los sueños de predicción exacta, tan caros a los científicos modernos, se tornan imposibles. Si bien las ciencias físicas de la modernidad preveían un cierto nivel de imprecisión en los resultados de sus análisis (motivados por imprecisión a su vez de los instrumentos de medición u observación, así como del observador, expresado en aquellos tipos de fórmulas o ecuaciones que incluían la coletilla de un "margen de error de  $\pm$  tanto %"), siempre aspiraban a la precisión de las mediciones a futuro. Precisamente, los fenómenos caóticos plantean que, dada una sensibilidad a condiciones iniciales de un proceso a futuro, las mediciones se toman radical y exponencialmente impredecibles.

Las ciencias físicas posteriores a Newton, no obstante, asumían una búsqueda de más modestos logros, al redactar intentos de observación en términos que observaban *condiciones iniciales* con algún grado de precisión, que buscarían *determinar las condiciones finales* dentro de algún grado de precisión. Pero el margen de error y la moderada precisión son elementos insoslayables de las mediciones científicas. Esto tiene implicaciones fuertes en el piso epistemológico y estético sobre el que se apoyan la ciencia contemporánea y los saberes en general. Estas implicaciones corporizan cambios en la concepción de los fenómenos tanto físicos como humanos. Se tomó conciencia, gracias a Umberto Eco, de que el producto cultural artístico, concretado en la obra de arte, tiene un carácter abierto, de libre interpretación. Esto implica la inexistencia de límites precisos, donde la borrosidad y la falta de precisión en la evolución de los procesos generales se yergen como caracteres esenciales. La ciencia moderna aspiraba a levantar el mundo sobre sistemas de predicciones posibles y precisas, de corte determinista, esto es, de una supuesta evolución que no admite ramificaciones, elección o pluralidad de posibilidades, relacionando al futuro predecible con el pasado, por medio de reglas matemáticas. Como ha escrito Ylia Prigogine:

El ideal clásico de la ciencia era describir la naturaleza como una geometría. Ahora vemos que la naturaleza está más cerca de la biología y de la historia humana ya que existe un elemento narrativo también en la naturaleza: una historia de caminos que se tomaron o no. De hecho, entre más comprendemos la estructura del universo, más comienza a tener elementos comunes con las sociedades humanas. (Prigogine: 2000, s/n).

---

<sup>8</sup> *Algoritmo*: cálculo que lleva a un resultado final. *Algoritmo recursivo*: cálculo de expresión cifrada o geometrizada repetido autosimilarmente una o infinitas veces, cambiando su escala o exponencialidad.

Kellert apunta respecto de aquella ciencia que *"el determinismo es una doctrina metafísica, el establecimiento de una estructura acerca del devenir del universo."* (Kellert: 1993, 65) (traducción del inglés nuestra). Esto suponía que las causas y estados finales posibles de los sistemas dinámicos que no hacen referencia a cambios podían ser previamente determinados por medio de ecuaciones diferenciales, dentro de un sistema de tiempo finito medido en unidades discretas. Pero el determinismo ha dado paso a la comprensión de que en los sistemas caóticos lo único determinista es la aparición del Caos impredecible. Prigogine se ha pronunciado al respecto, evidenciándose por las palabras de Kellert cuando éste afirma que *"dado que no podemos especificar completamente el estado de un sistema [es decir, su evolución en un momento preciso], y la dependencia sensible a las iniciales condiciones hace que incluso las más cercanas aproximaciones se tornen rápidamente obsoletas, Prigogine caracteriza a las trayectorias determinísticas como idealizaciones ilegítimas."* (*ibid.*, 64). Obviamente, esto contribuye a poner más evidente la incidencia que sobre la episteme y la representación modélica del mundo tiene la impredecibilidad del Caos. Transcribimos lo afirmado por Christian Vidal, citado de Kellert, cuando afirma que

un elemento de la teoría del caos que es 'rico en consecuencias epistemológicas' es 'el desafío al significado y al enfoque de las ideas de determinismo y casualidad, tal como estamos acostumbrados a practicarlas hoy en día.' (...) Una seria revisión de sus definiciones científicas es imperativa, y debemos ir ahora a trascender las ideas estatuidas por primera vez por Laplace hace dos siglos'. [Y continúa Kellert diciendo que] Un importante primer paso en la revisión de estas ideas ha sido ver cómo la teoría del caos inserta una cuña entre el determinismo y la predecibilidad. [Y más adelante agrega que] ante cualquiera definición que incluya [la pretensión de] total predecibilidad, [concluimos que] el determinismo es falso. (*ibid.*, 49-50) (comillas del original).

Y agregamos las palabras de Demastes cuando afirma en un tono optimista que

Para perfeccionar la existencia humana, debemos entender nuestro lugar en la naturaleza, lo cual sólo puede ocurrir si primero entendemos la naturaleza en sí misma. La teoría del caos argumenta que la naturaleza no es ni un absurdo o grotesco autómatas que debe ser ignorado, ni tampoco una entidad racional y ordenada vulnerable a las capacidades humanas. Ni un escapismo 'otromundista' -ya sea a través del recogimiento religioso o nihilista- ni una combativa confrontación tendrán éxito. Más bien, debemos trabajar para entender la complejidad de la naturaleza, y cómo y cuánto de nuestra felicidad pueden caber en ese esquema. (Demastes: 1998, 169). (comillas del original; traducción del inglés nuestra).

Kellert coincide con estos autores en que en los desarrollos de las ciencias los juicios cosmológicos y epistemológicos estaban inextricablemente conectados con juicios acerca de su utilidad práctica e interés social. Incluso refiere a Prigogine y Stengers en el libro de éstos, titulado **Order out of Chaos** (Orden a partir del caos), cuando escriben que los encuentros de las reacciones y bifurcaciones complejas del comportamiento (caótico), *"pudieron haber sido descubiertos hace muchos años"* [ , pues aunque tales cosas fueron observadas en el siglo XIX,] *"su estudio estuvo represado en el contexto cultural e ideológico de aquellos tiempos."* (Kellert: 1993, 148). Por ello, la teoría levantada sobre la legitimidad que permitía su tiempo daba acceso sólo a lo que ella misma permitía en tanto que evidencia de su episteme. Einstein lo comprendía, al afirmarle al físico Werner Heisenberg, según cita el epistemólogo venezolano Miguel Martínez Miguélez, que *"el hecho de que usted pueda observar una cosa o no, depende de la teoría que usted use. Es la teoría la que decide lo que puede ser observado."* (Martínez Miguélez: 1997, 43). La

evidencia de que el descubrimiento del Caos incide en el campo cultural contemporáneo se demuestra en las nociones puntuales de la filosofía post-estructuralista, la semiótica y el sentido, ámbitos que tratamos en otros trabajos.

Iniciamos un cierre de estas líneas citando de nuevo a Prigogine, cuando reflexiona sobre un nuevo lenguaje de todos los saberes, surgido del diálogo con lo real y la naturaleza.

A lo largo de este diálogo, transformamos lo que a primera vista semeja un obstáculo en estructuras conceptuales que otorgan una nueva significación a la relación entre el que conoce y lo que es conocido.

Lo que hoy emerge es por lo tanto una descripción mediatrix, situada entre dos representaciones alienantes: la de un mundo determinista y la de un mundo arbitrario sometido únicamente al azar. Las leyes no gobiernan el mundo, pero éste tampoco se rige por el azar. Las leyes físicas corresponden a una nueva forma de inteligibilidad, expresada en las representaciones probabilistas irreductibles. Se asocian con la inestabilidad y, ya sea en el nivel microscópico o en el macroscópico, describen los acontecimientos en cuanto posibles, sin reducirlos a consecuencias deducibles y previsibles de leyes deterministas. ¿Tal vez esta distinción entre lo que puede ser previsto y controlado y lo que no puede serlo habría satisfecho la procura de inteligibilidad de la naturaleza que se encuentra en el centro de la obra de Einstein?

En este proceso de construcción de una vía estrecha entre leyes ciegas y acontecimientos arbitrarios, descubrimos que gran parte de nuestro mundo circundante hasta ahora se había “deslizado entre las mallas de la red científica”, para retomar la expresión de Whitehead. Discernimos nuevos horizontes, nuevas preguntas, nuevos riesgos. Vivimos un momento privilegiado de la historia de la ciencia. (Prigogine: 1996, 210-211. Comillas del original)

Las incidencias epistemológicas del Caos constituyen, desde su aparición y conformación conceptual, ricos *modelos de interpretación de la realidad e instrumentos de solución* que se levantan como recursos epistémicos ante la problematización metodológica de sus manifestaciones. Las visiones del Caos corporizan nuevos sentidos y lógicas de las cosas, con esquemas abiertos que superan las oposiciones binarias y polares, a favor del *tercero incluido* (“ $A = B$  pero también  $= C$ ”), como recoge la socióloga venezolana Norma Núñez en sus conferencias y acciones sobre Transdisciplinariedad y dialógica dadas en Caracas entre 1999 y 2002 (Núñez: 2001). Las interpretaciones y sentidos ahora se legitiman en su construcción no-lineal, esto es, de múltiples senderos tan imprevisibles como posibles, cuyas bifurcaciones siempre abren amplias posibilidades de derivas conceptuales y de explicación, de ramificación abierta, rizomática, dándole al futuro interpretaciones in-ciertas, no calculables mas sí aproximables, en lo natural, cósmico y cultural. Esto le otorga al humano una más amplia manera y posibilidad de entendimiento del mundo, apoyado ahora en un cúmulo de saberes cada vez más amplios, incritos en lo universal, por su legítima conexión multi-inter-transdisciplinar entre ámbitos sistemáticamente desvinculados hasta el ayer reciente.

Estas novedades resultan comunes y pertinentes para muchas disciplinas, y les abren enormes posibilidades de reafirmación, legitimidad e identidad, con el mutuo enriquecimiento a través del intercambio y re-creación de métodos de análisis e inteligibilidades, creando discursos explicativos novedosos, basados en nuevas y alternativas creaciones y explicaciones de acercamiento a *la* realidad, patrimonio común a todas, especialmente a las humanidades, las artes y los discursos de la filosofía estética.



## **Bibliografía**

- Almarza Rísquez, Fernando. (1999). "Del Mito como anti-caos al Mito como caos mismo". Revista **Escritos en Arte, Estética y Cultura**. II Etapa. Número 11-12, pp. 11-28. Escuela de Artes UCV. Caracas
- \_\_\_\_\_. (2002). **Isomorñas entre niveles de significación del arte y sistemas dinámicos no lineales**. Tesis de Maestría. FHE-UCV. Caracas
- Arecchi, Tito. (1992). "*Chaos and Complexity*", en Jencks, Charles (relator). (1982). **The Postmodern Reader**. Academy Editions. London/ST. Martin's Press. London
- Calabrese, Omar. (1987). **La era neobarroca**. Cátedra Signo e imagen. Madrid
- Capra, Fritjof. (1992). **El Tao de la física**. Editorial Luis Cárcamo. Barcelona
- Crutchfield, James P., Farmer, J. Doyne Packard, Norman H., y Shaw, Robert S. (1994). "Caos", en revista **Acta Mathematica**, edición español (no especifica locación). Agosto
- D'Agostini, Franca. (2000). **Analíticos y continentales Guía de la filosofía de los últimos treinta años**. Cátedra Teorema. Madrid
- Deleuze, Gilles/Guattari, Félix. (1997). **Rizoma Introducción**. Pre-textos, Valencia
- Demastes, William. (1998). **Theatre of Chaos Beyond Absurdism, into Orderly Disorder**. Cambridge University Press
- Eco, Umberto. (1972). **La definición del arte**. Martínez Roca. Madrid
- \_\_\_\_\_. (1965). **Obra abierta Forma e indeterminación en el arte contemporáneo**. Seix Barral, Barcelona
- Ferrater Mora, José. (1980). **Diccionario de Filosofía Abreviado**. Editorial Sudamericana, Buenos Aires
- Kerényi, Karl. (1997). **Los dioses de los griegos**. Monte Ávila Editores Latinoamericana. Caracas
- Lanz, Rigoberto. (1997). "Agenda posmoderna", en *Papel Literario*. Diario **El Nacional**. 28-12-1997. Caracas
- Gershenson, Carlos. (sin fecha). "*Lógica Multidimensional: Un modelo de lógica paraconsistente*". <http://132.248.11.4/~carlos/aniei98/lmd.html>. E-mail: [carlos@jlagomez.iquimica.unam.mx](mailto:carlos@jlagomez.iquimica.unam.mx). México
- Graffe, José Elías. (1995). "El Caos que nos ordena", en **El Diario de Caracas Edición XVI Aniversario 1979-1995. Primer Cuerpo "La odisea de lo humano"**. 30-4-95. Caracas
- Griffin, David Ray. (1992). "*The Reenchantment of Science*", en Jencks, Charles (relator). (1982). **The Postmodern Reader**. Academy Editions. London/ST. Martin's Press. London
- Hawking, Stephen. (1998). **Historia del tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros**. Alianza. Madrid
- Hayles, N. Katherine. (1998). **La evolución del caos El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas**. Gedisa, Barcelona
- Horgan, John. (1998). **El fin de la ciencia Los límites del conocimiento en el declive de la era científica**. Paidós. Buenos Aires
- Kellert, Stephen. (1993). **in the wake of chaos Unpredictable Order in Dynamical Systems**. The University of Chicago Press. Chicago
- Martínez Miguélez, Miguel. (1997). **El paradigma emergente Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica**. Trillas. México
- Núñez, Norma. (2001). "*Curriculum Transdisciplinario: To be and Not To be Avances, Dificultades, Incertidumbres y Complejidades*" (Conferencia). Facultad de Medicina, UCV. Proyecto Transdisciplinariedad
- Prigogine, Ilya. (1996). **El fin de las certidumbres**. Editorial Andrés Bello. Santiago de Chile
- \_\_\_\_\_. (2000). "El futuro no es un hecho ni en la sociedad, ni en la natural". Revista *Estampas*. 9-7-2000. Diario **El Universal**. Caracas
- Prigogine, Ilya/Stengers, Isabelle. (1990). **Entre el tiempo y la eternidad**. Alianza, Madrid
- Robertson, George (et al.) (comp.). (1996). **FutureNatural [sic] nature science culture**. Routledge. London
- Rotundo Paúl, Emiro. (1973). **Introducción a la teoría general de los sistemas**. UCV. FACES. Caracas
- Shacklett, Robert. (1998). "*Chaos, Pattern and Meaning*". <http://www.epcomm.com/fmbr/editorial/chaospat.htm>. June 19
- Yunes, Gladys. (1993). "Las imágenes de la física", en **Soto: la física, lo inmaterial**. Museo de Bellas Artes / Museo de Arte Moderno Jesús Soto, Caracas-Ciudad Bolívar