

## Complejidad y humanidades: conciliando el ser y el devenir

LESBIA PAYARES LOYO\*

pp. 17-42

### Resumen

Este texto explora el sentido y la posibilidad de la complejidad en las ciencias humanas o en las humanidades. La tesis defendida aquí es que es factible y necesario el diálogo entre las ciencias físicas, exactas y naturales y las ciencias sociales y humanas. Este diálogo es fecundo en la dirección del estudio de la complejidad y el trabajo con complejidad, pues sirve básicamente como fundamento para la comprensión y explicación de las dinámicas que emergen de los sistemas humanos.

### Palabras clave

Caos / Ciencias humanas / Epistemología / Complejidad

### Abstract

This text explores the meaning and the possibility of complexity in the social sciences and in the humanities. The thesis proposed here is that the dialogue between the physical, exact, and natural sciences and the social and human sciences is possible and necessary. This dialogue is fruitful in the direction of the study of and work with complexity, because basically serves as a basis for understanding and explaining the dynamics that emerges from human systems.

### Key words

Chaos / Humanities / Epistemology / Complexity

\* Profesora Titular jubilada, Departamento de Química del Instituto Universitario de Tecnología «Alonso Gamero», Coro.  
Correo-e: lesbiap@hotmail.com

Para introducir el tema intentaré esbozar muy brevemente cómo aconteció mi devenir por las humanidades. Todo ocurrió años atrás, desempeñándome como jefe de la División de Planificación del Instituto Universitario de Tecnología «Alonso Gamero»<sup>1</sup> donde laboraba también como docente en Termodinámica en el Departamento de Química. Entonces me percaté de que la realidad que trabajaba entraba en conflicto con mi visión puramente racionalista del mundo. Mi mente, profundamente determinista, intentaba buscar explicaciones. Si alguna cosa ha quedado marcada de mi formación ingenieril ha sido la lógica de los teoremas matemáticos, y pienso siempre en ellos a la hora de buscarle explicación a las cosas. No obstante, por sí solo mi hemisferio lógico-racional no fue suficiente para dar respuesta a las interrogantes planteadas en aquel momento en que trabajaba con sistemas humanos.

En algún momento supe entonces, y lo creo ahora con mayor firmeza, que existe una forma diferente de mirar el mundo, y con él, las organizaciones. Descubrí el significado de la incertidumbre, de lo impredecible, como ideas impulsoras que me alentaban aunque no revelaran soluciones inmediatas. Es decir, comprendí la importancia de la relación que hay, por ejemplo, entre los hechos y el ámbito en que se hace presente esa realidad a través de la visión humana; es decir, a través de quienes la viven.

Hoy, transcurrido el tiempo, puedo decir que allí comencé a reconocer la necesidad de entablar un diálogo entre lo lógico racional y lo intuitivo imaginativo. Entre el ser de Parménides, fijo e inmutable, y el ser cambiante de Heráclito. Entre las ciencias físicas, exactas y naturales y las ciencias humanas. Y el reconocimiento de la otra visión de la realidad me llevó a buscar una manera diferente de ver las cosas. Me llevó a mirar la termodinámica, cátedra que dictaba en la institución, también de una manera diferente. En esa búsqueda conocí a Ilya Prigogine –uno de los precursores del caos– y, en ese dialogar, también confronté los sistemas fisicoquímicos con los sistemas humanos.

El diálogo conmigo misma me lleva a reflexionar sobre la tesis que quiero defender: la posibilidad y la necesidad del diálogo entre las ciencias, cuyas oportunidades son imprevisibles por ser emergente, permiten la conciliación entre ser y devenir. Es la ciencia vista como una forma de dialogar, de interactuar o crear alianzas con la realidad, mediante la conversación que establece el investigador dialogando con aquello que va gestando sus explicaciones, las cuales han de ser audaces pero al mismo tiempo creíbles.

Esta reflexión me lleva a desarrollar una introducción en dos temáticas: La *humanitas como condición humana*, donde se hace evidente el cultivo del espíritu como valor humano por excelencia, y *un encuentro posible*, donde doy cuenta de las posibilidades de un acercamiento entre dos ciencias, antes desconstruidas, humanidades y complejidad. Temáticas que a su vez dan lugar a otros contenidos que se detallarán más adelante y que definen la estructura de este texto.

<sup>1</sup> Hoy Universidad Politécnica «Alonso Gamero».

## La humanitas como condición humana

Personalmente no nos ha sido fácil comprender la intención y el debate de la otra parte de la realidad. Las humanidades se proponen completar el estudio de la humanidad incluyendo en él la evolución, estructura, funcionamiento, características y conducta del ser humano como individuo, y al estudiar su relación con el entorno social devienen en ciencias sociales y humanas. El debate sobre si las ciencias humanas son ciencias del hombre llevó a que hace más de cuarenta años Michel Foucault publicara un trabajo para flexionar sobre el tema. En él considera las ciencias humanas como un conjunto de discursos que toman por objeto al hombre en lo que tiene de empírico. Al mismo tiempo, Foucault nos manifiesta que la epistemología que transitan las «ciencias humanas» no es procedimental; es decir, no ha sido prescrita en ninguna filosofía. Esto es, ninguna iniciativa política o moral, ninguna ciencia empírica, ningún análisis de la sensación, imaginación o pasión ha encontrado en los siglos XVII y XVIII algo así como el hombre, pues el hombre no existía como objeto de investigación, como tampoco lo eran la vida, el trabajo y el lenguaje (Foucault, 2002:334-375).

Así también se han expresado sobre el tema, desde distintas aristas, otros filósofos, como Freud, Lévi-Strauss, Marx, Hegel, Dilthey, Husserl, Heidegger, Gadamer, Popper y el mismo Paul Ricoeur. De suerte que el interés aquí no es, en este caso, hacer juicios de conjunto sobre las ciencias humanas y mucho menos lograr una definición de lo humano, cuestión que como es sabido corresponde a la tradición filosófica. Por el contrario, quisiéramos voltear la mirada en otra dirección, posiblemente más arriesgada y ciertamente más difícil, so pena de ser advertidos de alguna impostura al mejor estilo de Sokal.<sup>2</sup> Nos orientamos a la posibilidad de intentar aquí un camino que nos pueda llevar a un encuentro entre las mal llamadas «ciencias duras» y «ciencias blandas», entre la complejidad y las humanidades, en fin, entre la ciencia del caos y las ciencias de la organización, y con ello pensar la planificación en ambientes caóticos. La tesis que queremos sostener es que esta alianza sucede a través del diálogo, en el camino del estudio de la complejidad y el trabajo con complejidad.

Es sabido cómo el mundo de la modernidad ha fracturado la vieja alianza entre ciencia y filosofía, entre el alma y el cuerpo, en fin, entre arte y ciencia. Las humanidades se reservan para sí la poesía, la literatura, la pintura, la filosofía, la angustia, desde donde estudiaba Heidegger, pero también el placer, desde donde reflexionaba Platón en el *Filebo*;<sup>3</sup> todos

<sup>2</sup> El libro *Imposturas intelectuales*, escrito por Alan Sokal en coautoría con Jean Bricmont, pone de manifiesto el abuso reiterado de conceptos y términos procedentes de las ciencias exactas físicas y naturales trasladados a las ciencias humanas y sociales sin el debido rigor. Este es uno de los puntos que el propio Sokal reconoció como consecuencias no deseadas de su *affaire*; el autor resalta los prejuicios que los científicos de las «ciencias duras» tienen contra los científicos sociales. Reconoce que a fin de cuentas «las ciencias sociales son mucho más difíciles que las naturales, y que cualquier comunidad es mucho más compleja que un electrón». Véase Mattei, 1998.

<sup>3</sup> El *Filebo* es la obra que, según los entendidos, pertenece al último trayecto de producción platónica.

alejados del que, posteriormente, se denominaría conocimiento objetivo del universo. Se funda así la separación del Sujeto, como observador imparcial, y el Objeto como realidad independiente del sujeto. Es la separación entre la cultura científica objetivista, que se ocupa de la materia y sus leyes, y la cultura humanista subjetivista, que se ocupa del alma y sus reflexiones. Prigogine advirtió con claridad el peligro que supone el divorcio entre culturas: «Se encuentra así acentuada una tendencia al enclaustramiento general que, en particular, corta a la filosofía de una de sus fuentes tradicionales de reflexión, y a la ciencia de los medios de reflexionar sobre su práctica» (Prigogine y Stengers, 1997:19).

La ciencia moderna ha hecho grandes aportes a la humanidad, lo reconocemos, pero asimismo nos ha dividido, nos ha bifurcado en dos culturas que no se aproximan ni se enlazan entre sí. No sólo Dios fue apartado del universo newtoniano, sino que también la moral, la ética y la estética, la metafísica y el alma han quedado excluidas de ese universo, regido por leyes indiferentes a nuestra condición humana. Y es que además el modelo de ciencia que caracteriza a toda la ciencia, incluso hasta bien entrado el siglo XX, es el que manifiesta que los fenómenos, sistemas y comportamientos en la naturaleza, y paralelamente también en la sociedad, pueden y deben ser controlados. Pero, ¿cómo hacerlo posible, si el humano es un animal cultural, consciente de la complejidad de su propia condición, pero nunca en control completo de ella?

### **Un encuentro posible**

En contraste con la ciencia moderna, la ciencia hoy ha descubierto que existen cantidad de fenómenos, sistemas y comportamientos que no es posible controlar en manera alguna; de esta suerte es posible hablar, por ejemplo, de la vida de la humanidad y del planeta y paralelamente del conocimiento. La percepción de lo que escapa a nuestro control o que está fuera de este no es más que contraseñas de nuestro fracaso para comprender la realidad más profunda que emerge en las organizaciones y en la vida misma. La complejidad integra ese grupo reciente de investigaciones que han descubierto que hay una clase de sistemas que no se pueden controlar, a riesgo de exacerbarlos o de que se les elimine físicamente.

Para estudiar cómo se produce el encuentro entre dos ciencias, procederemos a través de tres momentos que marcan la estructura del texto y sirven de argumentos para defender la tesis planteada al inicio. En primer lugar se ofrece una breve presentación sobre el origen de la complejidad, con el propósito de establecer qué se entiende por esta y cuáles son sus visiones, específicamente en el sentido de los supuestos básicos de cada una de ellas. En segundo lugar, las razones por las cuales la teoría del caos puede ser comprendida como

un nuevo modo de racionalidad, de cara al estudio de los sistemas humanos. En un tercer momento se mostrará cómo es posible la idea de establecer que el entendimiento entre las ciencias físicas, exactas y naturales con las ciencias sociales y humanas sucede en la dirección del estudio de la complejidad y el trabajo con complejidad.

### **Una aproximación histórica y filosófica a una ciencia**

Para lograr el propósito de ubicar la complejidad en cuanto a su origen, quisiéramos hacer la distinción filosófica entre lo simple y lo complejo, apoyándonos en una cita hermosa a propósito de la nueva ciencia de la complejidad:

Asistimos al surgimiento de una nueva ciencia que ya no se limita a situaciones simplificadas, idealizadas, mas nos instala frente a la complejidad del mundo real, una nueva ciencia que permite que la creatividad humana se vivencie como la expresión más singular de un rasgo fundamental común en todos los niveles de la naturaleza. (Prigogine, 2001:18).

La afirmación es del premio Nobel de la química, Ilya Prigogine. Físicoquímico belga de origen ruso, devenido en filósofo con el también devenir del tiempo.

Y decimos hermosa porque deleita lo complejo con lo creativo. Hablar de creatividad, en definitiva, es hablar al mismo tiempo de libertad. No puede haber creatividad sin libertad, ni libertad sin creatividad. Es la transformación de una idea difusa, vaga, oscura y oculta en un concepto nítido, definido y revelado que puede ser *comunicado* y *aplicado*. Es saber comprender la creatividad humana como el proceso de ser sensible y hacer frente a los problemas, a las deficiencias, a las lagunas del conocimiento, a la información ausente, a los errores, a los elementos pasados por alto, a las faltas de armonía, etc. (Torrence, 1976). Así es la nueva ciencia de la complejidad.

La historia nos cuenta que la disputa entre lo «simple» y lo «complejo» nace en Atenas, en la Grecia Antigua, cuando entre los presocráticos aparecen dos ideas distantes y distintas sobre lo que es vital para nuestra comprensión del universo, ideas que se mantienen, en esencia, en toda la cultura occidental hasta nuestros días. Parménides de Elea presenta un ser como *único, inmutable, inmóvil, indivisible e intemporal*; un ser simple. Y en Heráclito de Éfeso el ser está en constante cambio y transformación. Heráclito apoyaba la concepción del ser en toda su complejidad, pero el mundo occidental<sup>4</sup> siguió a Parménides con Sócrates,

<sup>4</sup> Nos referimos a la cultura de los pueblos de Europa, América del Norte (o sea, Canadá, Estados Unidos y México) y la mayoría de los países en América del Sur.

Platón y Aristóteles, mucho más que a Heráclito, y con ello se limitó inexorablemente la comprensión de una parte de la realidad.

Si el Occidente siguió a Parménides significa que la ciencia de la cultura occidental es ciencia clásica (ciencia normal en el sentido kuhniniano de la palabra) que aparece con la modernidad, donde se desarrolló el paradigma de la simplicidad basado en el reduccionismo del conocimiento. Así, los fenómenos se reducían a sus partes componentes (de allí el reduccionismo), con el convencimiento de que el estudio de cada una por separado era la única vía posible para la comprensión del todo como la suma de las partes.

Las ciencias del siglo XIX, que también es ciencia clásica, veían el mundo como un reloj guiado por leyes rigurosas basadas en la matemática de Newton y en la filosofía de Descartes. Aquí, el universo, al igual que las máquinas hechas por el hombre, estaba formado por objetos separados conectados; lo cual permitía que el complejo significado de los fenómenos naturales pudiera ser reducido a sus componentes básicos y a revelar los mecanismos que los ponían en funcionamiento. De allí el nombre devino en mecanicismo. Esto significa que tras la mecánica formulada por Newton, la física se caracterizó por dar predicciones cuantitativamente exactas sobre los fenómenos que estudia.

Las humanidades, o las ciencias sociales y humanas, así como también diversas disciplinas que se incluyen en ellas, surgieron posteriormente al desarrollo de las ciencias exactas, físicas y naturales. Este acontecimiento hizo que el principio, las pretensiones, el lenguaje, métodos y aproximaciones de las ciencias sociales y humanas emergieran y permanecieran, durante mucho tiempo, arrojados bajo el influjo de las ciencias físicas y naturales.

Las otras ciencias aceptaron y adoptaron la visión de la ciencia clásica, denominada también lineal, newtoniana, cartesiana, mecanicista y reduccionista, cinco formas diferentes de referirnos a una misma cosa. Sin embargo, desde mediados del siglo XIX surge un acontecimiento importante; se encontraron y describieron fenómenos que escapaban a este paradigma. Se descubre toda una gama de problemas llamados complejos o caóticos. Son sistemas que se rigen por las mismas leyes físicas que los otros, pero su comportamiento es aparentemente errático. Estas leyes nos dicen que si conocemos el estado inicial del sistema conoceremos su evolución posterior, lo cual nos da, a primera vista, la sensación de predictibilidad. No obstante, estos sistemas son tan sensibles a pequeños cambios en las condiciones iniciales que, en la práctica, su predicción se hace imposible.

Un ejemplo típico de lo que estamos hablando es tratar de predecir el clima: por más que tengamos mucha información siempre nos sorprenden los resultados. Asimismo, dentro de estos fenómenos encontramos la realidad subatómica; el átomo ya no es un elemento unitario, irreductible e indivisible, sino un sistema constituido por partículas en interacciones

mutuas. Es aquí, dentro del átomo, donde se muestran las insuficiencias de la ciencia clásica en la comprensión de los sistemas y se impone la necesidad de considerar no sólo las partes sino más bien la relación entre ellas. Así nace la física cuántica.

Este es particularmente uno de los acontecimientos más importantes en la historia de la humanidad, el de la física cuántica, teoría cuántica o mecánica cuántica, tres formas diferentes de referirse a una misma cosa. Exactamente en el año 1900, Max Planck plantea la famosa ecuación que da lugar a la cuántica. Sin embargo, la comunidad de científicos prestó muy poca atención a los planteamientos de Planck. Fue solo en 1905 cuando Albert Einstein sugiere, como es sabido, que la luz se propaga en cuantos de energía. Mientras que en 1913 Niels Bohr anuncia ante la Academia Prusiana de Ciencias su teoría cuántica del átomo de hidrógeno. De ahí en adelante, con estos acontecimientos, surge un nuevo pensamiento.

Así, es posible ver que con el advenimiento de la nueva física el dominio newtoniano comienza a fracturarse frente a nuevos descubrimientos en el mundo subatómico no explicados por la mecánica newtoniana. Entonces un universo cuántico comienza a emerger, produciendo un profundo cambio en nuestra visión de mundo, y determinando el paso de la concepción reduccionista, mecanicista, cartesiana, newtoniana y lineal de la simplicidad, a una visión no lineal, hologramática e integradora de la complejidad. La ciencia ha cambiado; si vamos a seguir sirviéndonos de las ciencias para crear e innovar, para diseñar la investigación, para argumentar sobre organizaciones, planificación, economía, humanidades, etc., lo menos que podemos hacer es fundamentar nuestro trabajo en la ciencia de nuestro tiempo.

La nueva ciencia, que se identifica con Heráclito y con la física cuántica, surge con el periodo de profunda crisis política, cultural y emocional que vivió Alemania después de la llamada «gran guerra» (1914-1918). Este periodo histórico, definido como «la república de Weimar», sirvió de escenario para el derrocamiento militar de Alemania, considerada hasta entonces la gran potencia mundial. Las razones de la derrota se atribuyen a los físicos de la época y a su soporte teórico, los matemáticos, quienes acusados de ser los responsables de la creación de armamento bélico eficiente y de toda la logística que acompaña la actividad militar, adquieren el firme compromiso de trabajar en una revisión crítica de la física clásica o mecánica newtoniana. La mecánica de Newton, que pretendía descubrir la totalidad del mundo físico desde una visión solamente racional, se debilita porque se impone una visión diferente de la realidad, justamente porque se producen fuertes cambios desde la física que repercuten en las matemáticas. En este periodo histórico emerge la nueva física y con ella el atisbo de la complejidad como una nueva ciencia, diversa, capaz de abrir espacios para múltiples comprensiones.

Entonces, es así como hoy existen básicamente tres grandes comprensiones de la complejidad del mundo y de la naturaleza (Maldonado, 1999). Para mostrar la unidad dentro de la diversidad en este campo se reseñarán a continuación, a modo ilustrativo y sin carácter exhaustivo, tres visiones de la complejidad. En cada una se señalará quiénes son sus máximos representantes, en qué consiste, su finalidad, método, ontología y líneas de trabajo o investigación.

### **El *complexus* de Morin**

Su máximo y único representante es el filósofo francés Edgar Morin, uno de los pensadores más importantes de nuestros tiempos. En palabras de Morin, la concepción de la naturaleza esencialmente compleja lo conduce al abandono del método de Descartes, porque parte de supuestos ontológicos falsos y deforma nuestra relación mental, afectiva y práctica con la naturaleza, con nuestros semejantes y con nosotros mismos. El «método de la complejidad» de Morin no puede formularse, como el cartesiano, de una manera simple, normativa, procedimental y escueta. De los caminos hacia la complejidad, la complejidad como método es aparentemente el de mayor referencia y posibilidades. Ello se debe al lenguaje sencillo que emplea, no obstante la introducción de numerosos grafismos. Este es el estilo en la obra Morin.<sup>5</sup>

En *El método*, Morin introduce la necesidad de desarrollar un nuevo método, diferente al de la ciencia clásica. Sin duda, el núcleo de trabajo principal de su pensamiento radica en lo que se denomina en complejidad «pensamiento complejo», llamado también pensamiento relacional, redes de relaciones o pensamiento de redes. Pese a que es una característica esencial a toda la complejidad, es uno de los aspectos exclusivos del método de Morin. Para quienes se dirijan por este camino, el método consiste en el aprendizaje del pensamiento relacional a través, por ejemplo, de la estrategia del diálogo interior o de la *fertilización cruzada*. Este método no es simplemente pensamiento, sino una actitud general hacia el mundo, la naturaleza, la vida, en fin, también hacia el propio conocimiento; dice Morin que conviene pensar, hablar y actuar en la complejidad.

La obra de Morin se ve fortalecida dentro de la tradición francesa: a saber, es una filosofía del sujeto y puede coincidir con una filosofía de la conciencia.<sup>6</sup> Desde este punto de vista se identifica con fenomenología, con hermenéutica. Tiene como finalidad elaborar una enseñanza de y hacia la complejidad. Por ejemplo, la ontología de Morin refiere que la

<sup>5</sup> Obra que se compone principalmente de los siguientes títulos: *El método (Método I, La naturaleza de la naturaleza; Método II, La vida de la vida; Método III, El conocimiento del conocimiento; Método IV, Las ideas; Método V, La humanidad de la humanidad. Método VI, La ética); El paradigma perdido; Lo vivo del sujeto; Tierra-Patria; Mis demonios; Pensar Europa.*

<sup>6</sup> Constituye el paradigma fundamental de la filosofía moderna de Descartes a Kant.



realidad está ahí, pero un mundo sensible e inteligible sólo nace de la interacción entre dicha realidad y el sujeto, sólo nace en las interfaces de ambos, por lo que todo descubrimiento de propiedades emergentes tiene creación, y viceversa.

De ello surgen tres líneas de reflexión. La primera invita a considerar la complejidad y todo problema conceptual sin dividir, como un todo. De allí que Morin resalte, como primera línea fundamental, el término *complexus*, lo entretrejado, un todo compuesto por hebras. Como segunda línea de trabajo, plantea la imprevisibilidad. Un pensamiento complejo debe ser capaz no apenas de «religar», sino de adoptar una postura con relación a la incertidumbre. Y como tercera línea de abordaje propone la necesidad de oponerse a la racionalización cerrada que piensa que la razón está al servicio de la lógica y sumarse a la racionalidad abierta, que imagina todo lo contrario, la lógica al servicio de la razón.

### Los *desenredados* de Bateson

La segunda comprensión de la complejidad fue formulada por Gregory Bateson (1991), un personaje que, no obstante su mal genio, se entendía con casi todas las esferas de las ciencias humanas. Biólogo, antropólogo, científico social, lingüista y cibernético, su trabajo se interseca con muchos otros campos intelectuales. Y es posible decir que una continuidad de la misma obra de Bateson se encuentra en *La trama de la vida* de F. Capra (1998b).

Bateson recrea una visión sistémica e interdisciplinaria de los procesos comunicativos. Propone la noción de contexto como elemento fundamental de toda comunicación y significación, planteando que no debe aislarse el fenómeno de su contexto, pues cada fenómeno tiene sentido y significado dentro de aquel en que se produce. La «metacomunicación» o «metamensaje» o «metálogo» es la lógica del conocimiento que da sentido, contextualiza, clasifica la comunicación o el mensaje; incluso, crea vínculos o estructuras de diálogo con otros ambientes o contextos. Se encuentra en Bateson la libertad de reflexión sólo entendible a la luz de su mirada transdisciplinaria.

La ontología de Bateson manifiesta que la realidad es una red muy compleja de relaciones, procesos y también extrañas y paradójicas interconexiones de diferentes planos, niveles y componentes, entre los cuales también nosotros estamos comprendidos.

Bateson busca relaciones nuevas. Construye relaciones. Su particular modo de pensar fluye y enfrenta fuertemente la lógica occidental, que nos acostumbra a métodos inductivos o deductivos. Bateson reflexiona «abductivamente», como método de razonamiento comúnmente utilizado para generar explicaciones.<sup>7</sup> La abducción batesoniana es creativa

<sup>7</sup>A diferencia de la inducción, la abducción no garantiza que se puedan lograr conclusiones verdaderas, por lo tanto no es un método sólido de inferencia. En abducción, se empieza por una conclusión y se procede a derivar las condiciones que podrían hacer a esta conclusión válida. En otras palabras, se trata de encontrar una explicación para la conclusión.

por cuanto ella permite hacer surgir relaciones nuevas allí donde la cultura las oculta. En ese sentido Bateson buscará siempre poner en evidencia los arcos relacionales a través de la plataforma «preguntacional». Son las «pautas que conectan», en sus propias palabras, Espíritu y Naturaleza. Finalmente todo está conectado con todo.

Este camino hacia los sistemas complejos se denomina *pensamiento sistémico*. La Escuela de Palo Alto, en California, es importante por la introducción del pensamiento sistémico en toda la línea en las discusiones y en los modos mismos de trabajo científicos. Su contribución más grande se encuentra, sin dudas, en la configuración de verdaderas áreas de trabajo científico como propiamente sistémicas: existe una psicología sistémica, una comprensión sistémica de la salud, una administración sistémica de empresas, y varios otros más.

### **La pluralidad de la ciencia**

La complejidad como método obedece a un solo pensador, ahora adjunto a la Asociación Internacional para el Pensamiento Complejo; de la misma forma, existe un trabajo académico y colectivo en el desarrollo de la complejidad como cosmovisión. Pero la complejidad como ciencia es diferente. La complejidad como ciencia no es muy nombrada, debido a que se trata de verdadera ciencia e investigación de punta, y debido seguramente a su lenguaje, el mismo de las matemáticas, la química, la biología y la física que señalan la vía desde y hacia la complejidad. Asimismo, lo complementa una forma intensa de trabajo y desarrollo con los lenguajes de computadoras y con programas de simulación de realidades.

Las nuevas ciencias de la complejidad son aquellas que se desarrollan desde una posición diferente del determinismo clásico y del reduccionismo de todo fenómeno a leyes mecanicistas. Es decir, el conjunto de ciencias, teorías o modelos que nos llegan de las llamadas *ciencias de frontera*. Igualmente llamadas ciencias de punta, las ciencias de la complejidad no giran sólo en torno a las ciencias sociales y humanas, ni tampoco, exclusivamente, alrededor de las ciencias físicas, exactas y naturales.

Las categorías que configuran a la complejidad como ciencia son conceptos tales como: sistemas complejos y comportamientos complejos, bifurcación, caos, atractores extraños, fenómenos de autoorganización, rupturas de simetría y bifurcación, estados en equilibrio, cercanos al equilibrio, lejanos al equilibrio y estados caóticos, estructuras disipativas, auto-poiesis, no linealidad, sistemas abiertos, sinergia, bucles de retroalimentación, recursividad, entropía, emergencia. Y sus problemas son, por ejemplo, los sistemas dinámicos, lógicas no lineales, sistemas conservativos y sistemas disipativos, simulación, interdependencia,

comportamiento probabilístico y estrategias de adaptación. Aquellos conceptos y estos problemas dan lugar al lenguaje de la complejidad.

Asimismo, cabe enfatizar un conjunto de teorías que pueden nombrarse bajo la referencia de «ciencias de la complejidad», orientadas al estudio y aplicación de teoría de redes, sistemas complejos, sistemas no lineales, sistemas alejados del equilibrio y sistemas emergentes que hacen uso de algoritmos y herramientas de modelización matemática y simulación por computadora, pero que también pueden ser estudiados desde la fenomenología, la fenomenología hermenéutica y la hermenéutica pura. Esta nueva racionalidad puede ser denominada teoría de los sistemas complejos no lineales, sistemas complejos adaptativos, ciencias de la complejidad.

A continuación se muestran, dentro de las ciencias de la complejidad, cada una de las teorías, ciencias o modelos que las constituyen (Maldonado y Gómez, 2011):

- Termodinámica del no equilibrio, 1977 (Ilya Prigogine).
- Teoría del caos, 1977 (David Ruelle, Ilya Prigogine, Edward Lorenz).
- Teoría de los fractales, 1977 (Benoit Mandelbrot).
- Teoría de las catástrofes, 1977 (René Thom, Pieter Zeeman).
- Ciencia de las conexiones, 2001-2003 (Albert-Lázlo Barabasi, Steven Strogatz, Duncan Watts).
- Lógicas no clásicas, años cincuenta (son lógicas de sistemas abiertos; esta es la importancia del conjunto de las lógicas no clásicas en el contexto de la complejidad):
  - Lógicas paraconsistentes (Newton da Costa, N. Rescher y R. Brandon. Escuela brasileña).
  - Lógica de la relevancia (Ackermann y Anderson).
  - Lógica modal (Lewis, Gödel y Von Wright).
  - Lógicas polivalentes:
    - lógica difusa (N. Rescher, 1969, y en especial L. Zadeh, 1965);
    - lógica temporal (Arthur Prior);
    - lógica cuántica (Birkhoff y Von Neumann, Van Fraasen, Goldblatt).

Finalizamos este momento histórico-metodológico con el cuadro 1: una síntesis de aspectos y supuestos básicos de las comprensiones de la complejidad.

Cuadro 1

**Comprensiones de la complejidad**  
**Ontología, epistemología y metodología**

Comprensiones/ aspectos	Método	Cosmovisión	Ciencia
Representante y seguidores	<i>Edgar Morin</i> Basarab Nicolescu, Denise Najmanovich, Cornelius Castoriadis, Emilio Roger Ciarana, Raúl Domingo Motta.	<i>Gregory Bateson</i> Fritjof Capra, Von Foester, H. Maturana.	Ilya Prigogine, Edward Lorenz, Benoit Mandelbrot, René Thom, Albert-Lázlo Barabasi, Steven Strogatz, Duncan Watts, H. Maturana, F. Varela, S. Kauffman, Per Bak, Ch. Langton.
Definición	Consiste básicamente en el aprendizaje del <i>pensamiento relacional</i> .	Una nueva mirada al mundo y al conocimiento a partir de <i>la pauta que conecta</i> .	Estudio de la <i>dinámica no lineal</i> .
Denominación	Pensamiento complejo.	Pensamiento sistémico.	Comportamiento complejo.
Intención	Describir y comprender.	Describir y comprender. (construir superficies descriptivas).	Descubrir, describir y comprender.
Aporte	Pensamiento relacional.	Arcos relacionales.	Estructuras disipativas. Fractales. Atractores extraños.
Ontología	La realidad nace de la interacción realidad y sujeto.	La realidad es una red compleja de relaciones, procesos e interconexiones entre componentes.	La «realidad» es subjetiva, incierta, no lineal emergente, caótica, fractal, catastrófica y difusa.
Epistemología	El objeto y el sujeto son vistos en una complementariedad. La transdisciplinariedad existe en un sujeto que la construye como una reflexión y la practica como un <i>complexus</i> , enfrentando la incertidumbre o a través de la racionalidad abierta.	La búsqueda de «la pauta que conecta» es el vínculo estructural e ideal que rige tanto las formas naturales como las espirituales, que practica a través de silogismos, analogías y metáforas.	El conocimiento generado mediante los métodos propios de la complejidad, prestando especial atención a los procesos. Fundamentado en su capacidad para comprender las propiedades y significados de los sistemas complejos.
Metodología	Diálogo de saberes. Diálogo estimulador. Monólogo interior. Feno- menología y la hermenéu- tica como método de comprensión.	Metálogo. Formato preguntacional. La abducción como método de razonamiento reflexivo.	Diálogo experimental. La creativa como proceso de autoorganización del conocimiento. Fenomenología, hermenéutica para el razonamiento.

Fuente: elaboración propia.

## La paradoja del caos

La mayor parte de la nueva ciencia nos desafía con conceptos paradójales: orden desorden, estructuras disipativas, caos determinista; pero el caos cuando invade nunca excederá los límites de su atractor extraño. Los atractores son una especie de dibujo, imagen o paisaje en un área desplegada en el computador a la que el sistema es magnéticamente atraído, siendo impulsado hacia una forma visible, que descubre la dinámica del sistema y que determina sus límites y patrones de interacción.

La teoría del caos puede definirse como el estudio cualitativo de la conducta inestable y aperiódica de los sistemas deterministas y no lineales (Kellert, 1993:2). Pero hay una mención al caos en un artículo de un experto en planificación que señala: «el caos es orden sin predecibilidad» (Cartwright, 1991). Un concepto sencillo que libera el corazón del caos, dando cuenta de las infinitas posibilidades del sistema. Un sistema que deambula de un lugar a otro creando nuevas configuraciones de sí mismo, pero sus rebeldías y experimentaciones respetan una frontera. Y es precisamente en las fronteras donde se exhiben siempre importantes fenómenos de encuentros y desencuentros; todo disipa su identidad pura y dura de carácter originario, tosco o natural. Ese perfil fronterizo del hombre tiene una posible manifestación ética que permite reflexionar sobre nuestra condición humana, cívica, política. De allí que, más adelante, la importancia de este concepto nos lleva a vincularlo con la planificación como sistema humano en contextos caóticos.

Los tipos de atractores que se suele identificar son el atractor fijo, el periódico y el atractor extraño. Edward Lorenz, en una conferencia en 1972, denominó «efecto mariposa» al tipo de atractor cuya principal característica es que las trayectorias que realiza el sistema caótico son siempre irrepetibles y autosimilares.

Los sistemas caóticos tienen tres características esenciales: 1) son sensibles a cambios en las condiciones iniciales; cualquier pequeño cambio en una de las propiedades del sistema puede producir un cambio exponencial en la condición final; 2) son deterministas, en el sentido de que existe una lógica, ecuación o modelo oculto que gobierna su comportamiento; y 3) responden a la presencia de un atractor. Es por ello que se habla de caos determinista.

C.E. Maldonado sugiere que la termodinámica del no equilibrio y la teoría del caos son las dos primeras ciencias de la complejidad (Maldonado, 2005:8, 14). La primera desarrollada por Ilya Prigogine (1998:33-34), inspirado en las obras de Erwin Schrödinger y Jaques Monod. La segunda desarrollada por Edward Lorenz en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), basada en las ecuaciones diferenciales no lineales, y dada a conocer por David Ruelle y Floris Takens, descubridores de los «atractores extraños», fundamentales en el estudio de la no linealidad y específicamente en el estudio del caos. Análogamente, cabe distinguir dos enfoques clásicos en el estudio del caos, el de las «estructuras disipativas» y

el de los «atractores extraños» (Hayles, 2000:29). Estas son las dos direcciones que se dan en las dinámicas caóticas:

1. el orden por fluctuaciones (*del caos al orden*): estructuras disipativas (Ilya Prigogine);
2. el orden oculto que existe dentro de los sistemas (*del orden al caos*): atractores extraños (E. Lorenz y D. Ruelle).

En el primer enfoque se considera el caos como precursor y socio del orden, mas no antagonico al mismo. La atención se centra en el orden por fluctuaciones, en la autoorganización espontánea vista como estructuras denominadas «disipativas» que surgen en condiciones fuera del equilibrio cuando la producción de entropía es alta. Se trata de una exploración de la ruta que tiene un sentido que conduce al sistema del *caos al orden* (porque es lejos del equilibrio, en el caos, donde se producen estructuras de orden).

Este enfoque, de carácter empírico y a la vez filosófico, es considerado como la corriente europea en este campo (Escuela de Bruselas). No obstante, recientes investigaciones de científicos americanos como Christopher Langton y Stuart Kauffman, con un interés específico en la vida artificial, se han acercado a él expresando que los fenómenos biológicos con características de autoorganización sólo son posibles al filo del caos. La aportación de Ilya Prigogine da lugar a los «comportamientos complejos» (Nicolis y Prigogine, 1987:21). Otros investigadores que se aproximan a este enfoque son los integrantes del grupo de la Universidad Libre de Bruselas, con sus trabajos sobre los procesos lejos del equilibrio, I. Stengers, G. Nicolis, P. Glansdorff, cuyo director fue Ilya Prigogine.

El segundo enfoque enfatiza el orden oculto que existe dentro de los sistemas caóticos. El «caos» se diferencia de lo que es totalmente aleatorio porque contiene estructuras profundamente codificadas denominadas «atractores extraños». Así como los sistemas verdaderamente aleatorios o estocásticos no muestran un patrón que los modelice cuando se mueven en el espacio de fases, los sistemas caóticos se concentran en una región limitada y trazan modelos complejos dentro de ellas (Hayles, 2000:29). Este enfoque tiene una dimensión empírica, resultante de la teorización de los datos. Su eje central es el propio caos, por lo que se trata de una exploración que dirige el sistema del *orden al caos* (un orden en su forma, pero un caos en su dinámica). Los investigadores que apoyan este punto de vista son E. Lorenz, B. Mandelbrot, M. Feigenbaum y los miembros del grupo de Santa Cruz, R. Shaw, J. Crutchfield, N. Packard y D. Farmer, entre otros.

La importancia de estos enfoques se descubre con la posibilidad de estudiar las organizaciones desde la complejidad, lo cual implicaría la consideración de un modelo de organización diferente a los planteados en el siglo XVII. Nos hemos erigido, desde Newton hasta Descartes, en los triunfos de la razón y en la ausencia de la intuición, seducidos por la certidumbre, la predicción y el determinismo, reafirmandonos en una profunda creencia en la causalidad lineal: causa y efecto. Durante más de tres siglos el trabajo en las organizaciones

ha sido procedimental: planificar, organizar, dirigir y controlar. Hemos estado planificando, prediciendo, analizando y controlando el mundo. Hemos ascendido la planificación a los más altos horizontes de la organización y dotado los números de un poder absoluto para describir el estado de las cosas, de nuestra economía, de nuestra productividad, de nuestra forma de vida, etc.

En la teoría del caos el surgimiento de nuevas estructuras se genera por la interacción manifestada entre los componentes del sistema. Por ejemplo, los individuos con sus propios valores, actitudes, comportamientos e intereses se relacionan unos con otros en forma recursiva, constituyendo a partir de sus interrelaciones unidades autodirigidas, guiadas por reglas propias y agrupadas de manera espontánea, autónoma y autoorganizada, sin planes preconcebidos. Es importante ver cómo la interacción se hace posible a través del diálogo, del lenguaje, de una forma particular de conversar, del respeto a las relaciones intersubjetivas, o de cualquier otra forma de interacción, dando lugar a un sistema que no obedece a programas preestablecidos, que emerge naturalmente sin la ayuda de ninguna fuerza externa. Esta es una organización compleja, emergente, impredecible, caótica.

Esto significa que, desde la complejidad, la elección entre formas de conocer no se basa únicamente en la lógica y en la experimentación, sino que la argumentación, la persuasión y la simulación también pueden ser consideradas parte del proceso. Por ejemplo, la consideración de propuestas fundamentadas en un concepto de racionalidad ampliada, que admita aspectos relativos a procesos de pensamiento no formales, como son las paradojas, metáforas, intuiciones, analogías, creencias, emociones, los diálogos imaginarios o las experiencias personales.

Para hacer un ejercicio de abstracción al contexto organizacional es válido preguntarnos ¿cómo es posible lograr el orden por fluctuaciones en el sistema? ¿Cómo es posible la búsqueda e identificación del orden oculto que existe dentro del sistema? Veamos cómo podemos comprender las organizaciones desde estas dos lógicas, para intentar una aproximación al estudio de las organizaciones como sistemas caóticos.

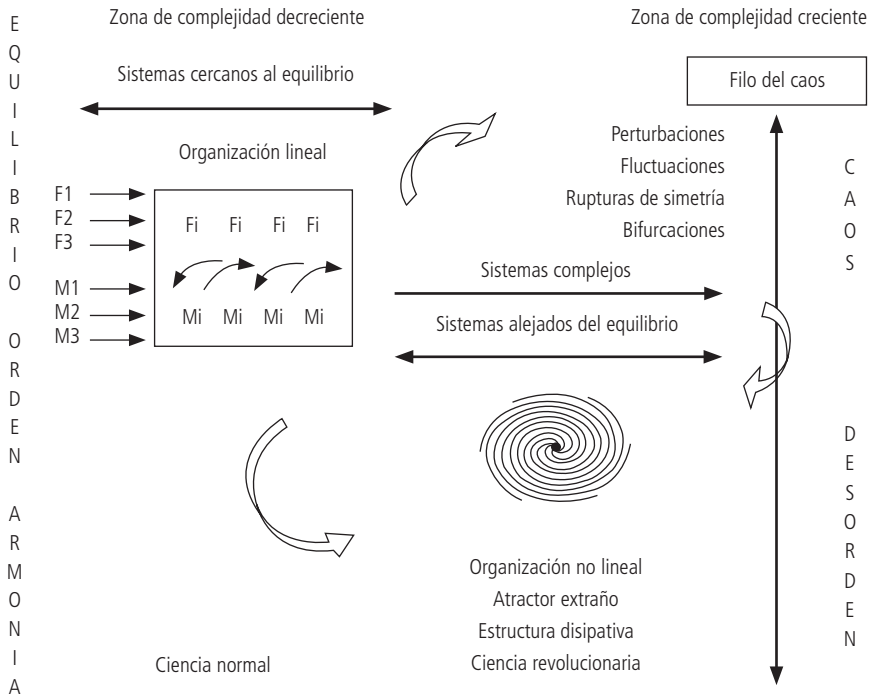
En primer lugar, es necesario enfatizar que para Prigogine (1997) la dinámica de los sistemas termodinámicos se desarrolla a través de tres estados: de equilibrio, cercano al equilibrio y alejado del equilibrio. En el primero no se observan manifestaciones de cambio, son organizaciones lineales. El segundo representa un estado de cuasiequilibrio, donde los flujos son proporcionales a las fuerzas y las diferencias se desvanecen sin producir cambios significativos, siguen siendo organizaciones lineales. Las organizaciones no lineales se dan en zona de complejidad creciente.

En ambos casos el orden irrumpe libre y sorpresivamente; es producto de la interacción y evolución del sistema, donde las condiciones del entorno que favorecen o dificultan su

supervivencia tienen un papel secundario. La figura 1 muestra dónde se dan las organizaciones no lineales, complejas o caóticas, como estructuras disipativas o como atractores extraños.

Figura 1

**Modelo organizacional no lineal**



Fuente: adaptado de Maldonado y Gómez, 2011:9.

En la figura se muestra el espacio donde se mueven los sistemas según su entropía o grado de desorden. En la zona de sistemas alejados del equilibrio, o zona de complejidad creciente, se producen las estructuras de orden y se hace posible estudiar la complejidad en cualquiera de sus visiones. La figura muestra la organización no lineal como un vórtice,<sup>8</sup> visto

<sup>8</sup> Los vórtices son entendidos como estructuras caóticas con pocos grados de libertad de donde emergen las estructuras de orden, como puntos en el sistema o en el espacio de fases capaces de atraer el sistema hacia el orden o hacia el desorden. Así se desarrolla un movimiento circular autoorganizado que es el comienzo de una estructura de orden y que en la teoría del caos se denomina vórtice. Para más detalles véase Briggs y Peat, 1999:20-40.



como una espiral abierta de múltiples entradas y salidas de donde emergen las estructuras de orden, sean estructuras disipativas o atractores extraños. A continuación se describen dos ejemplos de complejidad organizacional.

### **La organización como estructura disipativa**

Comprender la organización como estructura disipativa implica llevar los aportes de la termodinámica del no equilibrio al contexto de las organizaciones, para lo cual seguiremos aquí los caminos de *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, pues fue precisamente Prigogine el responsable de lograr el encuentro entre la biología y las humanidades, dado que en estas igualmente se evidencia los fenómenos de complejidad creciente, desarrollo de innovaciones y evolución, análogamente con la termodinámica. Para lograrlo tuvo que imaginar y desarrollar Prigogine nuevas y revolucionarias ideas.

Entonces, la intención de la termodinámica no lineal, es decir, de los procesos irreversibles, es *describir y comprender* cómo, en situaciones lejos del equilibrio, en el punto crítico del sistema se forman nuevas estructuras llamadas disipativas, a través de una dinámica de formación llamada también orden mediante fluctuaciones. En la termodinámica clásica, la de los procesos reversibles, un sistema podía evolucionar hacia un solo estado final, el equilibrio, y el proceso era lineal; esto es, de un solo resultado.

Para comprender las organizaciones desde la termodinámica no lineal es necesario tener presente que no podemos determinar absolutamente la trayectoria evolutiva de un sistema, sino que aparecen distintas vías, los caminos se bifurcan y en la vecindad de las bifurcaciones participa el azar. De tal manera que no es posible determinar cuál es el camino que tomará un sistema al abrirse en un abanico de posibilidades, pero sí prepararnos para gestionar cada uno de los estados posibles del sistema.

En la figura 1 vemos, en primer lugar, una organización cerrada, con forma y fronteras definidas, perturbada por una fuerza o conjunción de fuerzas que la mueven hacia un estado alejado del equilibrio, donde según Prigogine comienza una serie de fluctuaciones capaces de llevarla al estado crítico en el que se produce la ruptura de la simetría del sistema. Al romperse esta simetría se da el proceso de observación y experimentación del fenómeno, y se analizan las bifurcaciones, entendidas como la diversidad de posibles soluciones que se le muestran al sistema, las cuales incluyen estructuras de orden superior, estructuras disipativas, estructuras completamente aleatorias, las cuales traspasan el filo del caos o simplemente aquellas estructuras que desaparecen físicamente.

En este caso se muestra la organización como estructura disipativa caracterizada por una profunda estructura de orden, autónoma, autorreferencial, recursiva y dinámica, producto de un cambio de dirección del sistema que va del caos al orden; es decir, de una estructura ubicada lejos del equilibrio deviene una estructura de orden. Cuando se dice que los sistemas

caóticos son recursivos, se hace referencia a la utilización de una conjunción de recursos, de diferentes niveles, para el logro de los propósitos definidos (Payares, 2003:21).

Este modelo se comprende, en la realidad, a través de un ejemplo de manejo del conflicto en la organización. La aparición de grupos en conflicto podría provenir del liderazgo que se plantea entre grupos (perturbación). Los individuos de un grupo se reúnen y exponen sus ideas a otros individuos, lo cual podría generar odio, resentimiento y envidia entre grupos (fluctuaciones). Esta situación puede dar origen a la destrucción de grupos en el área de trabajo y puede provocar una conducta desestabilizadora que incremente las diferencias entre la organización y los grupos conformados. Estos sentimientos conducen a la ingobernabilidad del sistema, creándose un ambiente de disturbios incontrollables que podrían llevar al sistema al punto crítico.

Una vez que se llega al punto crítico (filo del caos) en todo ese proceso de odio-resentimiento-vidia-destrucción-desestabilización-ingobernabilidad, cualquier leve movimiento puede desencadenar una situación caótica (ruptura de simetría). En el punto de las rupturas de simetría, la organización es incapaz de procesar e integrar una nueva información y se ve obligada a romper algunos elementos de su estructura, conductas, políticas, y aparece una situación de caos e incertidumbre que puede conducir a un nuevo orden instituido, organizado a través de nuevos propósitos (bifurcaciones). El nuevo orden (estructura disipativa) emerge de la creatividad colectiva de la organización y no de la acción individual.

### **La organización como atractor extraño**

Los atractores extraños, paradójicamente, son por un lado deterministas porque sus propios límites definen o determinan el comportamiento del sistema; y por otro lado son caóticos porque su comportamiento no se puede definir; no se puede saber el punto donde se encuentra el sistema en un momento dado. El atractor encontrado por Lorenz en forma de mariposa fue denominado extraño por la extraña situación de ser determinista y a la vez no determinista.

El azar es impredecible, mientras que con el caos se pueden predecir las posibilidades futuras del sistema, por lo menos a corto y mediano plazo. La determinación de las condiciones iniciales con cierta precisión todavía no garantiza la predicción en detalle de una trayectoria, porque llega el momento en que se comienza a perder información en el sistema. Es por esta razón que se hacen posibles las predicciones de las trayectorias a corto plazo, pero, por otra parte, a largo plazo sólo se puede determinar la dinámica del sistema; es decir, el movimiento del sistema.

La realidad de los sistemas nos muestra que los atractores están ocultos detrás de otros fenómenos. Si quisiéramos hacer una abstracción al contexto organizacional nos preguntaríamos: ¿cómo se busca y se identifica el orden oculto en una organización? Es de

hacer notar que esta perspectiva para la comprensión del comportamiento organizacional como constructo de estudio se nos dificulta porque su interés es fundamentalmente instrumental, práctico y se logra a través del computador por simulaciones. Por consiguiente, es un trabajo hartó difícil, fundamentado en ecuaciones diferenciales no lineales, lo que se ha denominado «matemáticas cualitativas» (Maldonado, 2008).

El comportamiento organizacional puede ser comprendido como un atractor extraño, en el entendido de que los atractores son patrones de orden en un espacio matemático abstracto (diagrama de fases) que describen el comportamiento de los sistemas a lo largo de su recorrido. Los atractores dibujan figuras de los distintos tipos de comportamientos que pueden tener lugar en un sistema teniendo en cuenta las condiciones que afectan ese sistema. A la transición de un atractor a otro se le llama *bifurcación*. El punto inicial en la búsqueda e identificación de atractores extraños es la identificación de los componentes del sistema que se requiere estudiar.

Es importante hacer énfasis en la idea de que el atractor extraño es estable, pero su conducta nunca se repite exactamente y tiene capacidad para cambiar, puede estirarse y plegarse para abarcar el más amplio rango de conductas posibles. Puede cambiar totalmente su apariencia, convertirse en un atractor diferente e incluso puede llegar a desaparecer. La autoorganización representa la emergencia de nuevos atractores que dibujarán el nuevo comportamiento del sistema. Paradójicamente la autoorganización necesita, por una parte, que el sistema cuente con un firme borde que lo mantenga intacto, al mismo tiempo que cuenta con medios para quebrar dichos límites. Cuando el sistema se autoorganiza no hay necesidad de imponer ni la dirección ni la motivación, ya que se convierte en automotivado y autodirigido.

La figura 1 muestra también otro enfoque: una organización cerrada, definida, en aparente orden, donde se realizan sucesivas mediciones afectadas por la incertidumbre. Obsérvese que en la perspectiva de los atractores extraños se hacen mediciones, porque el trabajo es cuantitativo. En una época de globalización y de alta competitividad de productos o servicios como la que experimenta el cambiante mundo de las organizaciones, es necesario estar alerta a las exigencias y expectativas de mercado. Para asegurar el éxito de las empresas, ello requiere hacer uso de técnicas y herramientas; una de ellas es llevar a cabo un estudio de mercado, en conjunto con una serie de investigaciones como aquellas sobre competencia, canales de distribución, lugares de venta del producto, qué tanta publicidad existe en el mercado, precios, etc.

Esto muestra la primera característica de un sistema caótico: la sensibilidad a las condiciones iniciales. Aquí comienza una serie de fluctuaciones hasta ubicar a la organización al límite del caos, donde el sistema rompe su simetría, y se producen las bifurcaciones. El sistema se bifurca y entra en un proceso de observación y experimentación del fenómeno

donde aparece una estructura profundamente codificada con propiedades de autosimilitud y en constante movimiento, con una dinámica que va del orden al caos, denominado atractor extraño. Estos atractores ocasionan orden y caos en las organizaciones, pues se constituyen en el fruto de la conjunción de experiencias, situaciones, conocimiento, y actitudes como resultado de la interacción de la organización con la sociedad, ecología, cultura y con las mismas organizaciones.

En el contexto organizacional, este modelo se puede comprender a través de un ejemplo sobre la economía de mercado. La competencia por el mercado surge por el liderazgo que se plantea básicamente en torno al producto, en cuanto a precios, calidad, tiempos de entrega, promociones, que pueden desvirtuar en gran medida los resultados previstos (perturbación). Las variables incontrolables para una organización, como la competencia, tipo de gerencia, cultura de la organización, leyes y entorno, actúan generando una serie de interacciones que llevan a la incertidumbre del mercado (inestabilidades). Esto posibilita la competencia salvaje entre organizaciones, la cual provoca una conducta desestabilizadora que incrementa las diferencias entre las organizaciones en la lucha por el poder del mercado.

El tránsito del orden al caos ubica el sistema en un punto tal que se llega a un límite de orden-desorden-orden donde se da el punto más alto de información para el sistema (filo del caos). En este punto un leve movimiento rompe la simetría del sistema en algunos elementos de su estructura, estrategias y políticas, tanto de producción como de ventas, y da origen a un nuevo patrón de orden con nuevos propósitos, intereses, cultura, leyes y hasta nuevos productos para el mercado (bifurcaciones). El nuevo orden (atractor extraño) surge de la interacción organización-entorno, se expande para responder a las demandas del entorno competido y competitivo y se contrae para dar espacio a la competencia. Para descubrir este tipo de comportamiento en el sistema y conseguir argumentos que expliquen la dinámica de su trayectoria, para mirar los efectos que se producirían en el sistema en su modo de comportarse en el tiempo, se hacen necesarias las técnicas de modelación y simulación de sistemas.

La lógica de estos caminos diferentes conduce también a diversos tipos de conclusiones. El enfoque de los atractores extraños, perspectiva de Ruelle y Lorenz, proporciona las herramientas para *describir, simular y comprender* el caos. Un atractor contiene todos los posibles estados finales de un sistema dinámico. La perspectiva de Prigogine y sus colaboradores hace énfasis en los procesos autoorganizativos a partir del caos. En este sentido, el trabajo se concentra en *descubrir, describir y comprender* las circunstancias que cooperan para que un sistema, comportamiento o fenómeno pase del caos al orden y viceversa. Mientras, los seguidores de Lorenz no dan importancia a los procesos disipativos de autoorganización de los sistemas y convergen en determinar el espacio alrededor del cual evolucionará un sistema caótico determinado, aun cuando la evolución de este no puede predecirse con

precisión. Se puede saber cuál es el espacio y forma de la trayectoria del sistema, pero no predecir dónde está el sistema en determinado momento.

La teoría del caos se funda en los principios de la mecánica de Newton, pero a causa de su impredecibilidad comparte la incertidumbre vivida en el nivel cuántico. En ambas ciencias, la incertidumbre se debe a que la integralidad del universo se niega a ser estudiada por partes. La teoría del caos hace posible el encuentro entre la ciencia clásica y la nueva ciencia. En consecuencia, puede ser comprendida como un nuevo modo de racionalidad para el estudio de los sistemas humanos. El estudio de los sistemas caóticos constituye una auténtica revolución científica, en el sentido acuñado por Kuhn.

En este orden de ideas, parece oportuno referirnos justamente ahora al tema de la investigación social y la planificación del desarrollo en contextos caóticos. El problema que enfrentan hoy la mayoría de las organizaciones es que los planes de gestión generalmente han de estar sujetos a modificaciones súbitas, como también son súbitos los cambios que ocurren en un entorno cada vez más competido y competitivo. Estos cambios surgen por la competencia, las alteraciones en procesos de servicios o de fabricación y procedimientos, las complicaciones creadas por los proveedores o también por las políticas gubernamentales, etc. La teoría del caos incorpora una dimensión importante a los procesos de planificación. Ayuda a comprender por qué las economías están sometidas a turbulencias inciertas e inesperadas, y por qué son tan difíciles de predecir y planificar. Hemos visto que la previsión del futuro es una actividad muy incierta, y el intento de planificarlo a largo plazo es en verdad inútil. La estrategia debería, en cambio, tratar de crear un medio apropiado para el desarrollo del orden dentro del caos o viceversa, lo cual conduce al cambio creativo. Es, en palabras de Prigogine, el reconocimiento de las posibilidades del sistema.

Ya nos referimos con anterioridad a que Cartwright (1991), por ejemplo, sostiene que, «El caos es orden, sin previsibilidad». Y cuando lo piensa en el horizonte de planificación urbana, donde él se mueve, sostiene que de los pequeños cambios que ocurren de un lugar a otro emergen cambios hiperbólicos en otros lugares. Esta es una clara alusión a la sensibilidad a las condiciones iniciales, como característica esencial de los sistemas caóticos, entendida también como el «efecto mariposa». De tal modo que la planificación como sistema caótico también es sensible a los efectos de transformación de las interacciones locales. Reconoce que algunos puntos importantes dentro de los procesos de planificación pueden estar fuera de toda posibilidad y que, por tanto, en lugar de gastar grandes cantidades de recursos en la planificación estratégica, es necesario considerar el número de escenarios posibles.

Esto significa que tal vez lo más importante para todo planificador sea el reconocimiento de que los sistemas caóticos son predecibles sólo a mediano y corto plazo. Sobre la base del largo plazo, los sistemas caóticos son impredecibles debido a los efectos acumulativos de

diversos tipos de información. Pero a corto y mediano plazo, los efectos de la retroalimentación de un estado a otro son perfectamente claros. Este es un argumento de gran ayuda para pensar la planificación de estrategias a largo plazo fundamentadas más en la capacidad de adaptabilidad y de autoorganización del sistema que en el ámbito de los resultados.

Hemos visto que una de las implicaciones más significativas de las ciencias de la complejidad es que los sistemas dinámicos no lineales pueden mostrar un comportamiento extraño, incierto y contradictorio en la predicción de decisiones, el control y la gestión tradicional y hasta en la planificación estratégica. Una de las implicaciones para los planificadores es que incluso si las «reglas del juego» son completamente conocidas y entendidas a nivel local, puede ser imposible predecir los resultados a nivel global, y que el problema es inherente a la situación. Es decir, que cada problema tiene su propia complejidad. La planificación basada en la predicción a largo plazo no es sólo poco práctica, sino que es lógicamente imposible. En el pasado era bastante fácil para las organizaciones aplicar la planificación estratégica, establecer nuevos mandatos y visiones, y encontrar a las personas para actuar en estos. Cuando el ambiente es bastante predecible y no hay acuerdo entre las personas de la organización acerca de valores, necesidades y retos de futuro, es posible este tipo de planificación. Sin embargo, cuando la incertidumbre aumenta y hay un acuerdo interno más estrecho, las organizaciones funcionan en lo que R. Stacey (1991, 1992) llama el «espacio de la creatividad», en el filo del caos, donde la adaptación y la autoorganización se encuentran en el corazón de la competencia.

La teoría del caos proporciona a los planificadores la idea de cómo, dónde, cuándo y qué previsibilidad y controles son posibles en los procesos de planificación en ambientes caóticos. No obstante, en nuestra opinión la clave para una buena planificación consiste en reconocer dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, que la planificación es una actividad genérica, en el sentido de que es común a muchas realidades, sea una organización, una ciudad o incluso la economía local o nacional. En segundo lugar, que la planificación es una actividad que se mueve entre lo lógico-racional y lo intuitivo-imaginativo. En este sentido es necesario reconocer que la necesidad de la planificación es subjetiva. Es decir, está supeditada al talante de los planificadores y además se produce en respuesta a lo que la gente percibe como «problemas». Así que la primera tarea de la planificación es siempre la de revisar la forma en que el problema ha sido definido y qué otras definiciones alternativas pueden considerarse. Por lo tanto, una buena planificación es una función no sólo de las condiciones externas en que se produce, sino de juicios subjetivos; una buena planificación depende de tener una idea clara de lo que se quiere lograr y sobre todo tener la capacidad de saber comunicarla a los demás; es lo que hace un buen planificador.

Más allá de las palabras aprendemos que en lugar de intentar «controlar» el caos, los gerentes han de permitir que emerja naturalmente en las actividades tradicionales de la

organización. Los planificadores diestros en ambientes caóticos se aseguran de que en el entorno de trabajo se fomente la interacción y la creatividad e inventan un ambiente con la flexibilidad necesaria para alentar a los empleados a venir con soluciones, pues estos, en todos los niveles recursivos de la organización, pueden tener una pieza del rompecabezas que es fundamental para completar la nueva imagen de la organización emergente.

### **Complejidad y humanidades: ¿un diálogo posible?**

Es sabido que la complejidad en su carácter crítico se ha orientado a la idea de la transformación social, que la mueve a contribuir a la más firme búsqueda de la humanidad: un mundo mejor.<sup>9</sup> En este aparte exploraremos el transitar entre lo lógico-racional y lo intuitivo-imaginativo, para considerar cómo la complejidad podría proporcionarnos una comprensión profunda, por ejemplo, a través de un diálogo entre las ciencias.

¿Por qué es posible y necesario este encuentro? Porque la reflexión epistemológica muestra insuficiencias en el modelo clásico de hacer ciencia; ciencia «normal», en palabras de Kuhn, lo cual podría resultar inhibitorio de lo que pudiera ser un verdadero progreso de la ciencia (Martínez, 1999). Al hablar de las insuficiencias del modelo clásico nos referimos a que es sabido que, por ejemplo, las instituciones de educación superior—cuestión que a todos nos atañe— en estos momentos padecen todos los males del reduccionismo: rigidez en sus programas de estudios, escasa capacidad de respuesta a las demandas sociales, poca capacidad para atender lo que escapa del método verificable universal, excesivo disciplinarismo y concretismo, que parcelan el conocimiento y lo disgregan, perdiendo el sentido y orientación de la realidad y dirigiendo el conocimiento cada vez más hacia la «super-especialización», sin ninguna conexión con el contexto social (Carmona, 2004).

Desde nuestro punto de vista, el encuentro entre la complejidad y las humanidades surge debido a dos cuestiones importantes. Por una parte, el avance de la computación y, más allá de ella, de la simulación; y por la otra, el acontecimiento del estudio de los sistemas de complejidad creciente. Particularmente es posible señalar que en el contexto del estudio de los sistemas complejos se produce una aproximación, por así decirlo, de las llamadas ciencias duras hacia las humanidades, en un dominio en el cual ambas ciencias convergen, pero modificando sus relaciones, y sus propios principios y métodos, para conformar una ciencia de frontera.

Es interesante ver cómo casi la gran mayoría de la bibliografía especializada sobre sistemas complejos y teoría del caos incluye transferencias desde los campos originarios

<sup>9</sup> La humanidad entendida desde la complejidad; es decir, humanidad como una multitud diversa. No se trata del hombre abstracto, sino real, del hombre concreto, del «ser ahí», histórico. Se trata de cada hombre como único y como múltiple, en su individualidad y en su colectividad.

de estudio hacia las humanidades. Algunos ejemplos importantes los vemos en Prigogine y Stengers (1980), Kauffman (1995), Holland (1995), Bak (1996) y Bar-Yam (1997).

También desde las ciencias sociales vemos una comprensión en relación con las nuevas ciencias de la complejidad (González, 2004); la economía es la más sensible de las ciencias sociales, y recién vemos la alianza de la complejidad con la teoría de juegos y la teoría de la acción colectiva (Axelrod y Cohen, 1999). Esto constituye un caldo de cultivo para lograr un trabajo de acuerdos entre la teoría, ciencia o filosofía, con la perspectiva de los sistemas no lineales. Igualmente es necesario enfatizar el trabajo en las ciencias sociales y humanas a partir de lo que se ha dado en llamar la «inteligencia colectiva» (*swarm intelligence*).

Finalizamos con la consideración de que es posible, necesario e imperativo un diálogo entre las ciencias exactas, físicas y naturales y las ciencias sociales y humanas. Dicho en forma sencilla, vemos una propensión a la integración entre las ciencias de la complejidad y las humanidades. Esta conexión modifica la comprensión de la naturaleza, de la cultura y las sociedades humanas, poniendo al descubierto que existe un conjunto de problemas —y, por ende de soluciones— que son transversales, complementarios o en paralelo, que sólo es posible solucionar a través de la integración entre disciplinas (interdisciplinariedad).

### **Consideraciones finales**

Las recientes crisis económicas que ha vivido el mundo y particularmente nuestro país nos llevan a hacer una reflexión en torno a las responsabilidades que tienen entes políticos y gubernamentales, empresarios y gerentes de empresas, y por qué no, investigadores y académicos en los cambios económicos e incluso sociales que se están viviendo.

Las crisis económicas, sociales y políticas que están afectando a la comunidad demuestran que los modelos puramente racionales, tanto de la administración como de la economía, y sus aplicaciones resultan insuficientes para dar respuestas a la complejidad de un mundo de cambios súbitos.

Lo realmente importante es comprender que la presencia de fenómenos caóticos no es ni buena ni mala; estos fenómenos simplemente existen y hay que aprender a gestionarlos. En este sentido, es importante comprender cómo abordar la dinámica de las crisis en los sistemas complejos.

En un mundo de cambios súbitos, caracterizado por un difícil procesamiento de información como producto de la dinámica de interacciones sociales, es inevitable que los comportamientos, fenómenos y sistemas sean crecientemente complejos. La comprensión de comportamientos complejos entre eventos en un medio ambiente físico y las simulaciones sugiere que los problemas pueden ser comprendidos, explicados y resueltos gracias al diálogo entre las ciencias.



## Referencias bibliográficas

- Axelrod, R. y M. Cohen** (1999). *Harnessing Complexity. Organizational Implications of a Scientific Frontier*, Nueva York, The Free Press.
- Bak, P.** (1996). *How Nature Works. The Science of Self-Organized Criticality*, Nueva York, Springer-Verlag.
- Bar-Yam, Y.** (1997). *Dynamics of Complex Systems*, Reading, MA, Addison-Wesley.
- Bateson, G.** (1991). *Pasos hacia una ecología de la mente*, Buenos Aires, Carlos Lohlé/Planeta.
- Briggs, J. y D. Peat** (1999). *Las siete leyes del caos. Las ventajas de una vida caótica*, Barcelona, España, Grijalbo.
- Capra, F.** (1998a). *El punto crucial. Ciencia, sociedad y cultura naciente*, Buenos Aires, Troquel.
- Capra, F.** (1998b). *La trama de la vida*, Barcelona, España, Anagrama.
- Carmona, M.** (2004). «Transdisciplinariedad: una propuesta para la educación superior en Venezuela», *Revista de Pedagogía*, vol. 25, n° 73, pp. 309-334, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias/Centro de Estudios e Investigaciones sobre Educación Avanzada.
- Cartwright, T.J.** (1991). «Planning and Chaos Theory», *Journal of the American Planning Association*, vol. 57, n° 1, pp. 44-56.
- Foucault, M.** (2002). *Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*, Buenos Aires, Siglo XXI.
- González, P.** (2004). *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*, Barcelona, España, Anthropos/ISS-UNAM.
- Hayles, K.** (2000). *La evolución del caos. El orden dentro del desorden en las ciencias contemporáneas*, Barcelona, España, Gedisa.
- Holland, J.** (1995). *Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity*, Reading, MA, Perseus Books.
- Kauffman, S.** (1995). *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*, Oxford-New York, Oxford University Press.
- Kellert, S.** (1993). *In the Wake of Chaos*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Maldonado, C.E.** (1999). «Esbozo de una filosofía de la lógica de la complejidad», en *Visiones sobre la complejidad*, Santafé de Bogotá, Ed. Kimpres.
- Maldonado, C.E.** (2005). «Ciencias de la complejidad: ciencias de los cambios súbitos», *Odeón*, n° 2, pp. 85-125, Universidad del Externado de Colombia, Observatorio de Economía y Operaciones numéricas.
- Maldonado, C.E.** (2008). «Complejidad y ciencias sociales desde el aporte de las matemáticas cualitativas», *Cinta de Moebio*, n° 33, pp. 153-170.
- Maldonado, C.E.** (2009). «Complejidad de los sistemas sociales: un reto para las ciencias sociales», *Cinta de Moebio*, n° 36, pp. 146-157.
- Maldonado, C.E. y N. Gómez** (2011). *El mundo de las ciencias de la complejidad. Un estado del arte*, Bogotá, Ed. Universidad del Rosario.
- Martínez, M.** (2002). *La nueva ciencia. Su desafío, lógica y método*, México, Trillas.
- Mattei, G.** (1998). «Alan Sokal», *EXACTamente*, año 5, n° 11, p. 4, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/003\\_Exactamente/003\\_Exactamente\\_011.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/003_Exactamente/003_Exactamente_011.pdf).
- Nicolis, G. e I. Prigogine** (1987). *La estructura de lo complejo*, Madrid, Alianza.
- Payares, L.** (2003). «El caos como metáfora organizacional», *Revista Omnia*, año 9, n° 2, pp. 7-34.

**Payares, L.** (2008). «Aproximación al estudio del comportamiento organizacional desde la teoría del caos», tesis doctoral, Universidad del Zulia.

**Prigogine, I.** (1998). *El nacimiento del tiempo*, España, TusQuets.

**Prigogine, I.** (2001). *El fin de las certidumbres*, Santafé de Bogotá, Taurus.

**Prigogine, I. e I. Stengers** (1997). *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Madrid, Alianza.

**Sokal, A. y J. Bricmont** (1998). *Imposturas intelectuales*, España, Paidós.

**Stacey, R.** (1991). *The Chaos Frontier: Creative Strategic Control for Business*, Oxford, Butterworth-Heinemann.

**Stacey, R.** (1992). *Managing the Unknowable: The Strategic Boundaries between Order and Chaos*, San Francisco, Jossey Bass; publicado en el Reino Unido con el título *Managing Chaos: Dynamic Business Strategies in an Unpredictable World*, Londres, Kogan Page.

**Torrence, E.P.** (1976). *Orientación del talento creador*, Buenos Aires, Troquel.