

Las organizaciones complejas

Julio Mario Rodríguez Devis*

RESUMEN

El aproximarse a las organizaciones con la visión de la complejidad permite observar sus múltiples interrelaciones, la relación orden-desorden-relaciones-retroacciones que se desarrollan en su interior, la íntima influencia bi-direccional entre el entorno y la organización, la emergencia y la autoorganización, la importancia de la información-ruido; en fin, observar a la organización como un sistema dinámico, no lineal, abierto y complejo. En este artículo se presentan los fundamentos de la complejidad en las organizaciones, y se describen los principales elementos que la constituyen.

CONCEPTO GENERAL DE LA COMPLEJIDAD

Hasta la primera mitad del siglo XX, la mayoría de las ciencias tenían como modo de conocimiento la especialización y la abstracción, es decir, la reducción del conocimiento de un todo al conocimiento de las partes que lo componen (como si la organización de un todo no produjera cualidades nuevas con relación a las partes consideradas aisladamente). El concepto clave era el determinismo, es decir, la ocultación del azar, de la novedad, y la aplicación de la lógica mecánica de la máquina artificial a los problemas de lo vivo y de lo social¹.

Lo naturalmente natural era antes lo determinista y lo reversible; lo excepcional era lo aleatorio e irreversible².

Hoy en día, el pensamiento general se basa en la simplificación del conocimiento sobre las realidades o los fenómenos que pretende abordar (Descartes formuló los principios de disyunción, reducción y abstracción para encontrar un "orden perfecto"³), destruye los conjuntos y las totalidades y aísla todos los objetos de sus ambientes⁴.

El conocimiento está mediatizado por los paradigmas⁵, "principios ocultos" que determinan (rechazan, seleccionan, unen, jerarquizan y centralizan), la visión que se tiene de la realidad; se sustituye el paradigma de disyunción/reducción/unidimensionalización por un paradigma de distinción/conjunción (que contiene los principios dialógico, translógico y *Unitas multiplex*⁶). La complejidad se opone al conocimiento general, pues éste escamotea las dificultades del conocimiento (resistencia que lo real opone a la idea; esta última es

* Ingeniero mecánico, M. Sc., M.A., profesor asociado, D.E.

1 Edgar Morin, *El método*, tomo I, *La naturaleza de la naturaleza*, 1a. ed., Éditions du Seuil, España: Editorial Cátedra, 1997.

2 Determinismo es la acción condicionadora o necesaria de una causa o de un grupo de causas; reversible es el proceso que precede en ambos sentidos; irreversible es el ca-

rácter de las relaciones no simétricas y de los procesos que tienen un sentido determinado; aleatorio se relaciona con el azar. Véase Nicola Abbagnano, *Diccionario de filosofía*, 1a. reimpresión, México: Fondo de Cultura Económica, 1997.

3 La disyunción aísla a los objetos, no sólo los unos de los otros, sino también de su entorno y de su observador. La reducción unifica

lo diverso o múltiple, bien sea con lo elemental, o bien con lo cuantificable.

4 Es mutilante.

5 Un paradigma comporta un cierto número de relaciones lógicas precisas entre conceptos, nociones básicas que gobiernan todo el discurso.

6 La conjunción de lo uno y lo múltiple.

abstracta, pobre y simplificante) y se opone a la teoría unitaria⁷ para evitar la división de los saberes y la sobresimplificación reductora que engancha todo el universo a una sola fórmula mágica.

Según García⁸, no hay definición del sustantivo complejidad; con el adjetivo complejo se identifican fenómenos, situaciones, comportamientos, procesos, a los que se puede calificar de complejos. Se habla de “algoritmos complejos”, de “comportamientos complejos”, de “estructuras complejas”, etc. Morín⁹ afirma que *complexus* significa “lo que está tejido en conjunto”; el pensamiento complejo es, por tanto, un pensamiento que busca al mismo tiempo distinguir –pero sin desunir– y religar en una relación dialógica (relación antagonista, competitiva y complementaria al mismo tiempo) entre el orden, el desorden y la organización¹⁰, abriendo y desarrollando el diálogo entre ellos. Wagensberg¹¹ dice que las preocupaciones fundamentales de la complejidad son dos: el cambio y la relación entre el todo y sus partes. La primera se refiere a la estabilidad y la evolución; la segunda, a la estructura y su función.

En el mundo de la física, el concepto de complejidad está relacionado con el de entendimiento, en la medida en que este último está basado en la exactitud obtenida de la descripción de los modelos usando una información condensada acerca de él. De esta forma, una teoría de la complejidad se puede ver como una teoría de modelamiento, que abarca la reducción de varios esquemas (eliminación o agregación de variables, separación de los acoplamientos débiles de los fuertes, definición promedio de subsistemas), que evalúa su eficiencia y, posiblemente, que sugiere representaciones novedosas de los fenómenos naturales¹². Cuando se define la complejidad, se consideran tres aspectos:

1. El entendimiento implica la presencia de un sujeto que tiene la tarea de definir el objeto, usualmente

por medio de modelos predictivos. Por tanto, la complejidad es una función del sujeto y del objeto.

2. El objeto, o una representación aceptable de él, se debe dividir convenientemente en partes, que a su turno pueden ser divididas en sub-elementos, formando todo esto una jerarquía.
3. Una vez individualizado un código jerarquizado del objeto, el sujeto es enfrentado con el problema estudiando las interacciones entre los subsistemas e incorporándolas en el modelo complejo. La consideración de las interacciones en los diferentes niveles de resolución trae el concepto de escala.

El pensamiento complejo no conduce a la simplicidad, integra en sí mismo todo aquello que pone orden, claridad, distinción, precisión en dicho conocimiento; reconoce las articulaciones y los lazos entre las disciplinas y el principio de la incompletud y de la incertidumbre. Morin afirma que la complejidad es un tejido o entramado de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, contradicciones y azares, que constituyen el mundo fenoménico; contiene rasgos de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la bruma y la incertidumbre¹³.

Luhmann¹⁴ afirma que la complejidad contiene dos conceptos: 1) el primero se basa en la distinción entre los elementos y sus relaciones. Si hay un sistema con un número creciente de elementos, cada vez se hace más difícil interrelacionar cada elemento con todos los demás, por lo que la complejidad impone una selección. Esta necesidad de selección cualifica los elementos y es la neguentropía comparada con la entropía. A este primer concepto Luhmann lo denomina la complejidad de las operaciones; 2) el otro concepto se define como un problema de observación. El conocimiento de un elemento del sistema no conduce al conocimiento del todo; la observación de otros elementos da información adi-

7 Morin cita a Adorno: “La totalidad es la no-verdad”, haciendo referencia a la concepción del holismo como concepción reduccionista, simplificadora. El holismo hace de la idea de la totalidad, una a la cual se reducen las demás. Edgar Morin, *Ciencia con conciencia*, 1a. ed., España: Editorial Anthropos, 1984, p. 10.

8 Rolando García, *El conocimiento en construcción*, 1a. ed., España: Editorial Gedisa, 2000.

9 Edgar Morin, *op. cit.*, 1997.

10 La complejidad vuelve a evidenciar las interrelaciones y retroacciones de la noción sujeto-objeto; pretende establecer la comunicación entre lo que es distinguido: el objeto y el entorno, la cosa observada y su observador.

11 Wagensberg, *Ideas sobre la complejidad del mundo*, 3ra. edición, Editorial Metatemas, España, 1994.

12 Remo Badii y Antonio Politi, *Complexity. Hierarchical structures and searling in physics*, 1a. ed., UK: Editorial Cambridge, 1999.

13 Además, afirma Morin, hace falta aceptar una cierta ambigüedad y una ambigüedad cierta (en relación sujeto/objeto, orden/desorden, auto/hetero-organización). Hay que reconocer fenómenos inexplicables, como la libertad o la creatividad, inexplicables fuera del cuadro complejo que permite su aparición. Véase Edgar Morin.

14 Niklas Luhmann, *Complejidad y modernidad, de la unidad a la diferencia*, 1a. ed., España: Editorial Trotta, 1998.

cional sobre el sistema. La complejidad del sistema es una medida de la falta de información, de la redundancia negativa y de la incertidumbre en las conclusiones que se pueden extraer de las observaciones actuales¹⁵.

Igualmente, Luhmann afirma que la complejidad significa que toda operación es una selección, sea intencional o no, esté controlada o no, sea observada o no. Siendo elemento de un sistema, una operación no puede evitar el contacto con otras posibilidades; por tanto se puede observar una, seleccionando un caso particular y excluyendo otros. Y sólo porque las operaciones pueden ser observadas, es posible la auto-observación. La selectividad forzosa es el problema nuclear que define la complejidad como problema, tanto para operaciones como para observaciones.

Lewin¹⁶ menciona que Chris Langton, del Instituto de Santa Fe, USA, asevera que la complejidad y el caos "... dan vueltas persiguiéndose, intentando averiguar si son lo mismo o cosas diferentes"; la complejidad se produce en un lugar entre lo completamente ordenado y lo completamente aleatorio. La ciencia de la complejidad trata de las relaciones entre la estructura, el orden y el desorden. Morin¹⁷ define el caos como aquello que es inseparable en el fenómeno de doble faz, por el que el Universo a la vez se desintegra y se organiza, se dispersa y se polinuclea. Es la desintegración organizadora. Field y Golubitsky¹⁸ caracterizan el caos por su impredecibilidad y complejidad.

PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD

La complejidad está basada en las teorías de la información, la cibernética¹⁹, de los sistemas y de los sistemas dinámicos no lineales; contiene las herramientas

necesarias para una teoría de la organización, y además, está sustentada en tres principios²⁰:

- Dialógico. El orden y el desorden son dos enemigos: uno suprime al otro, pero al mismo tiempo, en ciertos casos, colaboran y producen la organización y la complejidad. El principio dialógico permite mantener la dualidad en el seno de la unidad. Asocia dos términos a la vez complementarios y antagonistas.
- Recursividad organizacional. Va más allá del principio de la retroalimentación o retroacción, pues las nociones de autoproducción y de auto-organización superan la de regulación. Un proceso recursivo es aquel en el cual los productos y los efectos son al mismo tiempo causas y productores de aquello que los produce. Todo lo que es producido vuelve a entrar sobre aquello que lo ha producido en un ciclo autoconstitutivo, auto-organizador y autoprodutor, en sí mismo.
- Hologramático. En un holograma físico, el menor punto de la imagen del holograma contiene casi toda la información del objeto representado. No solamente la parte está en el todo, sino que el todo está en la parte.

TEORÍA SISTÉMICA

La teoría sistémica es la teoría vital en la que se sustenta el pensamiento complejo; se caracteriza el término sistema como una representación de un recorte de la realidad, que sea analizable como una totalidad organizada, en el sentido de tener un funcionamiento característico. Morin²¹ define el sistema como la unidad global organizada, de interrelaciones entre elementos, acciones o individuos²². El funcionamiento de un sistema es un conjunto de actividades que puede (o permite) realizar el mismo sistema, como resultante de la coordinación de

15 Luhmann entiende además la operación como un proceso actual de reproducción del sistema. En los sistemas dinámicos –que consisten en sus operaciones–, las operaciones y los elementos devienen indistinguibles. Véase Niklas Luhmann, *op. cit.*, pp. 28-29.

16 Roger Lewin, *Complejidad. El caos como generador del orden*, 1a. ed., España: Editorial Trotta, 1998.

17 Edgar Morin, *op. cit.*, 1997.

18 Michael Field y Martín Golubitsky, *Symmetry in chaos*, 1a. ed., USA: Ediciones Oxford, 1995.

19 Morin afirma: "Las virtudes cibernéticas no consisten solamente en haber aportado un haz de conceptos enriquecedores, como la retroacción con relación a la interacción, el bucle con relación al proceso, la regulación con relación a la estabilización, la finalidad con relación a la causalidad... no es solamente haber unido este haz en y por las ideas de mandato y comunicación, es haber unido todos estos términos de manera organizacional y haber dado nacimiento así a la primera ciencia general (es decir física) que tiene por objeto la organización (la cursilla es del autor)". Véase E. Morin, *op. cit.*, 1997, p. 285.

20 E. Morin, *op. cit.*, 1996.

21 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

22 Morin se opone a la teoría general de los sistemas, pues sufre "de una carencia fundamental: tiende a recaer sin cesar en los atolladeros reductores, simplificadores, mutilantes, manipuladores" con relación a la concepción holística y al análisis sistémico desarrollado por la ingeniería, y propone el paradigma sistémico, el sistemismo. Véase E. Morin, *op. cit.*, 1984, pp. 197-198, y del mismo autor, *op. cit.*, 1996, pp. 41-46.

las funciones que desempeñan sus partes constitutivas²³.

En el mismo sentido, toda realidad conocida desde el átomo hasta la galaxia, pasando por la molécula, la célula, el organismo y la sociedad, puede ser concebida como sistema, es decir, como asociación combinatoria de elementos diferentes. Fuera de los sistemas, no hay sino dispersión particular. El mundo organizado es un "archipiélago de sistemas en el océano del desorden"²⁴.

Los sistemas complejos constan de numerosos elementos que con frecuencia interactúan unos con otros en cientos, miles y algunas veces millones de formas variables: una célula viviente reúne un sinnúmero de reacciones químicas de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos; el cerebro está compuesto de billones de neuronas interconectadas; mientras la sociedad moderna consta de cientos de miles, y aun de millones de participantes individuales únicos, quienes constantemente interactúan unos con otros en incontables asociaciones y grupos diferentes. Estos ejemplos indican que la complejidad debe ser intrínseca a la naturaleza; no es una simple combinación de procesos que ocurren en un nivel fundamental²⁵.

García²⁶ distingue dos grandes grupos de sistemas:

1. Sistemas descomponibles: son conjuntos de elementos organizados, con un funcionamiento característico, cuyas partes se pueden aislar y modificar independientemente unas de otras. Son sistemas complicados.
2. Sistemas no-descomponibles o semi-descomponibles: son sistemas formados de procesos determinados por

la confluencia de múltiples factores interactuantes, de tal manera que no se pueden aislar²⁷. En consecuencia, el sistema no puede ser adecuadamente descrito ni su funcionamiento explicado, por mera adición de enfoques parciales provenientes de estudios independientes de cada uno de sus componentes. Los distintos componentes sólo pueden ser definidos en función del resto, por lo que son sistemas complejos.

La visión sistémica se fundamenta no en la unidad elemental discreta, sino en la unidad compleja, mayor que la suma de sus partes (lo cual se identifica en el comportamiento de las organizaciones como sinergia), y en el nivel transdisciplinario (relaciones entre la naturaleza material del objeto y los fenómenos asociación/organización).

El sistema es una unidad global no elemental, puesto que está constituida por partes diversas interrelacionadas. Es una unidad original no originaria: dispone de cualidades propias e irreductibles, pero debe ser producida, construida y organizada. Es una unidad individual no indivisible: se puede descomponer en elementos separados, pero entonces su existencia se descompone. Es una entidad hegemónica no homogénea: está constituida por elementos diversos, dotados de su propio poder^{28, 29}.

Una de las propiedades del sistema es la emergencia³⁰. Morin³¹ afirma que ésta, es un producto de la organización que, aunque inseparable del sistema como un todo, aparece no sólo a nivel global, sino eventualmente a nivel de los componentes³².

23 Rolando García, *op. cit.*

24 Para evitar enfrentarse a la inmensidad y la incertidumbre de un universo, el pensamiento sistémico proporciona un principio para pasar del infinito a una visión limitada y centrada en problemas; es decir, propone una frontera en el dominio del control del sistema. Véase E. Morin, *op. cit.*, 1997.

25 Bernice Cohen, *The edge of chaos*, 1a. ed., UK: Ediciones Wiley & Sons, 1997.

26 Rolando García, *op. cit.*

27 "El todo es una macro-unidad, pero las partes no se funden o se confunden con él; tiene una doble identidad, una identidad propia que permanece en ellas (y por tanto no son reducibles al todo), y una identidad común, la de su ciudadanía sistémica". Véase E. Morin, *op. cit.*, 1984, p. 199.

28 García define el sistema como una construcción conceptual representada por lo que se considera son las actividades más significati-

vas. Construir un sistema significa elegir los elementos abstraídos del material, e identificar (inferir) un cierto número de relaciones entre dicho conjunto de elementos. El conjunto de relaciones constituye la estructura del sistema. Con los mismos elementos pueden constituirse sistemas diferentes. En general, se trata de sistemas cuyas estructuras difieren en la medida en que sea diferente el conjunto de relaciones que haya sido tomado en cuenta. Véase García, *op. cit.*, p. 68.

29 Prigogine afirma: "Comprendemos que no podemos descomponer el mundo en pequeños subsistemas independientes, porque cada pequeño subsistema independiente adquirirá propiedades muy diferentes con relación al sistema considerado como un todo. También comprendemos que no podemos descomponer al mundo en interacciones aisladas, y suponer que entre ellas no hay, a su vez, interacciones". Véase Ilya Prigogine, "De los relojes a las nubes", en Dora Fried Schnitman (comp.), *Nuevos paradigmas,*

cultura y subjetividad, 2a. reimpresión, Argentina: Ediciones Paidós, 1998, p. 416.

30 Las emergencias son cualidades que nacen a nivel del todo y pueden retroactuar sobre las partes.

31 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

32 Fernández establece que la teoría de la emergencia puede establecerse de dos modos diferentes. En el primero de ellos la emergencia se identifica con el surgimiento de propiedades situadas en niveles más altos de una organización jerarquizada, que no son predecibles partiendo de propiedades existentes en niveles más bajos. El otro enfoque postula que la existencia de propiedades más simples y formas de organización ya existentes puede contribuir a un avance creativo de la naturaleza, dando lugar a estructuras y características más complejas e irreductiblemente nuevas.

La emergencia representa una novedad con relación a las cualidades o propiedades de los componentes considerados aisladamente o dispuestos de forma diferente en otro tipo de sistema. Empapan el todo como todo, y retroactúan sobre las partes como partes. En el concepto de emergencia están estrechamente ligadas las ideas de: 1) cualidad y propiedad; 2) producto, puesto que la emergencia está producida por la organización del sistema; 3) globalidad, dado que es indisoluble de la unidad global; 4) novedad, puesto que la emergencia es una cualidad nueva con relación a las cualidades anteriores de los elementos³³.

El sistema es “abierto”³⁴ esto es, permanece sensible a las interacciones con el entorno, intercambia materia, energía, valor económico e información con éste, guía las interacciones de los subsistemas con propósitos contenidos dentro del sistema y mantiene un conocimiento perpetuo sobre las consecuencias de tales interacciones; es la relación fundamental entre los sistemas abiertos y el ecosistema, de orden material-energético y, a la vez, de organización/información.

Las consecuencias del sistema abierto: 1) las leyes de organización de lo viviente no son de equilibrio, sino de desequilibrio, retomado o compensado y de dinamismo estabilizado; 2) la inteligibilidad del sistema debe encontrarse no sólo en el sistema mismo, sino también en su relación con el ambiente, la cual no es una simple dependencia, sino que es constitutiva del sistema.

Los tres axiomas de la modelización (representación artificial que agencia los símbolos) sistémica³⁵ son:

- El axioma de la operacionalidad teleológica o de la sincronidad: un fenómeno modelizable representa una acción inteligible y teleológica (no es errática; presenta cualquier forma regular).
- El axioma de la irreversibilidad (o de la diacronicidad): un fenómeno modelizable es, en su transformación, permanente en el tiempo.
- El axioma de la inseparabilidad o de la recursividad: un fenómeno modelizable no separa la operación de lo producido

Un sistema general representa cualquier fenómeno complejo en el que se incluyen los tres axiomas anteriormente descritos. Es la representación de un fenómeno activo (figura 1.1), identificable por sus proyectos en un entorno (tapizado de procesos), en el que funciona (acción) y se transforma (devenir) teleológicamente³⁶.

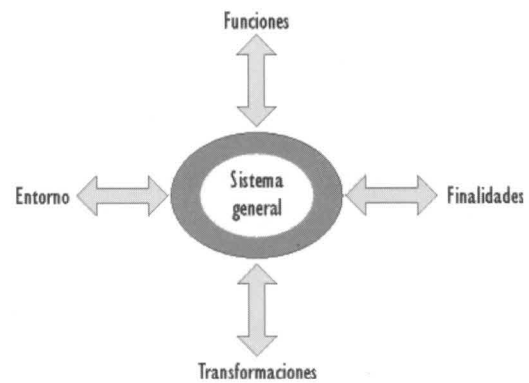


FIGURA 1.1 Representación de un sistema general³⁷.

Se presentan algunos principios generales de los sistemas para facilitar el esclarecimiento del comportamiento de los sistemas.

1. Los sistemas son jerárquicos y relacionales. “Pertencen” a otro de orden superior o están contenidos en uno, del cual son un subsistema que interactúa con otros subsistemas. Todos los subsistemas pueden descomponerse funcional y arquitectónicamente en procesos menores, constituyendo de esta forma jerarquías y estructuras que se asemejan a una pirámide.
2. Los sistemas interactúan con su entorno. Un sistema abierto intercambia energía, materia o información con diversas “entidades” de su entorno externo.
3. Los sistemas son multifacéticos. De acuerdo con la posición de observación ventajosa y del interés que uno tenga, el sistema se verá en forma diferente, presentando al observador distintas perspectivas de su comportamiento.
4. Ley de crecimiento de los sistemas. Todos los sistemas “crecen” a través de un ciclo de vida en fases, incluidos nacimiento, crecimiento, maduración y declinación o transformación eventual.
5. Los sistemas realizan transformaciones. Crean una transformación de las entradas que cruzan el límite, convirtiéndolas en salidas por medio de un proceso específico o una función de transferencia.

33 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

34 Ludwig Von Bertalanffy, *Teoría general de los sistemas*, 9a. reimpresión, México: Ediciones Fondo de Cultura Económica, 1993.

35 Jean-Louis Le Moigne, *La modélisation des systèmes complexes*, 1a. ed., Francia: Editorial Dunot, 1990.

36 Jean-Louis Le Moigne, *op. cit.*

37 *Ibid.*

6. La ley de adaptabilidad de los sistemas. Cuanto más especializado esté un diseño respecto al desempeño de una misión u objetivo específicos, menos adaptable será en un amplio rango de condiciones o influencias durante su ciclo de vida.
7. Ley de mantenimiento de los sistemas. Cuanto mayor y más complejo sea el sistema, mayor será la proporción de recursos que deba asignarse a su propio mantenimiento.
8. Ley de la entropía del sistema. Todos los sistemas son víctimas potenciales de las leyes del caos y la entropía, lo que crea una tendencia hacia el incremento en el desorden y la degeneración que conduce al fracaso potencial.

El carácter complejo de las relaciones de un sistema es desarrollado por Morin³⁸ :

- El todo es la suma de las partes, cuya cualidad más importante es la emergencia.
- El todo es menos que la suma de las partes, relacionado con la inhibición de alguna de las propiedades o cualidades individuales.
- Las partes son a la vez menos y más que las partes. Las emergencias se efectúan a nivel del todo y a nivel individual.
- Las partes eventualmente son más que el todo. "La riqueza del universo no reside en su totalidad dispersiva, sino en las pequeñas unidades reflexivas desviantes y periféricas que en él se constituyen".
- El todo es menos que el todo. En el todo hay fallos, vacíos, zonas no visibles; es ignorante de los individuos, de sus aspiraciones, pensamientos, actos creativos.
- El todo es insuficiente.
- El todo es incierto. Como lo son las mutuas relaciones entre los subsistemas y la identificación de sus fronteras.
- El todo es conflictivo. El todo comporta fuerzas antagonistas permanentemente; éstas son neutralizadas, controladas o utilizadas.

TEORÍA DEL CAOS

El caos es la conducta efectivamente impredecible a largo plazo, que surge de un sistema dinámico determinista. Aunque este tipo de sistemas es siempre perfectamente predecible a corto plazo, dado un conocimiento per-

fecto de las condiciones iniciales, la clave para la impredecibilidad a largo plazo radica en una propiedad que se conoce como sensibilidad a las condiciones iniciales³⁹. El sistema dinámico determinista ofrece un modelo en el cual cambios cuantitativos de igual magnitud pueden arrojar resultados cualitativamente distintos y, algunos de ellos, totalmente impredecibles⁴⁰. Formalmente, la teoría del caos se define como el estudio de los sistemas dinámicos no lineales y complejos.

Dentro de la teoría del caos existen dos enfoques básicos generales. En el primero, el caos se considera como precursor y socio del orden y no como su opuesto. Aquí se centra la atención en el surgimiento espontáneo de auto-organizaciones que emergen del caos, o, según la terminología del campo, en las estructuras disipativas que surgen en sistemas fuera de equilibrio, cuando la producción de entropía es alta. La comprensión de que los sistemas ricos en entropía facilitan en vez de impedir la auto-organización, fue una coyuntura decisiva para la reevaluación contemporánea del caos⁴¹.

El segundo enfoque destaca el orden oculto que existe dentro de los sistemas caóticos. Usado de este modo, el término "caos" difiere de la verdadera aleatoriedad, porque se puede demostrar que contiene estructuras profundamente codificadas, llamadas "atractores extraños". Mientras que los sistemas verdaderamente aleatorios no muestran un esquema discernible cuando se los organiza en el espacio de fase, los sistemas caóticos se concentran en una región limitada y trazan modelos complejos dentro de ella. El descubrimiento de que el caos posee dentro de sí profundas estructuras de orden es más notable debido a la amplia gama de sistemas que demuestran este comportamiento importante⁴².

38 E. Morin, *op. cit.*, 1984.

39 César Monroy O., *Teoría del caos*, 1a. ed., Colombia: Editorial CómpuTec, 1997.

40 Victor Beker, *Del caos en la economía a la economía del caos*. Editorial de Belgrano, Argentina, 1998.

41 Hayles nombra a Ilya Prigogine e Isabelle Stengers como representantes de esta concepción y a Edward Lorenz, Mitchell Feigenbaum, Benoit Mandelbrot y Robert Shaw representantes de la segunda. Véase Catherine Hayles N., *La evolución del caos*, 2a., ed., España: Editorial Gedisa, 1998, p. 29.

42 Estas orientaciones diferentes conducen a diferentes tipos de conclusiones. Prigogine considera que la importancia fundamental de la línea del orden a partir del caos reside en su capacidad para resolver un viejo problema metafísico: reconciliar el ser con el de venir. Para él, la teoría del caos es revolucionaria debido a lo que puede decirnos sobre la flecha del

LA ORGANIZACIÓN

Morin define una organización como la disposición de relaciones entre componentes o individuos que produce una unidad compleja o sistema, dotada de cualidades desconocidas en el nivel de los componentes o individuos⁴³. La organización se genera al mismo tiempo que el desorden.

Los investigadores estudian los modos en que el orden se desintegra en caos, averiguan cómo el caos constituye el orden y en el nexo entre ambos mundos, resaltan las propiedades cualitativas de los sistemas dinámicos antes que sus rasgos cuantitativos⁴⁴. En el caso de un ecosistema, la interacción de las especies en el seno de la comunidad podría conferirle cierto grado de estabilidad; por ejemplo, una resistencia a los estragos de un huracán o a la invasión de una especie extraña. La estabilidad en ese contexto sería una propiedad emergente en la que la estructura global surge de las reglas de actividad local⁴⁵. Las múltiples interacciones locales generan un orden emergente global, que a su vez afecta en una retroalimentación constante a los elementos locales, modificándolos.

Los términos desorden, orden y organización están unidos por medio de interacciones⁴⁶, en un bucle solidario en el que ninguno puede ser concebido fuera de la referencia a los demás, y en el cual dichos términos se encuentran en relaciones complejas, es decir, complementarias, concurrentes y antagonistas, como se indica en la figura 1.2.

En la noción de orden están las ideas de constreñimiento, estabilidad, constancia, regularidad, y estructura⁴⁷. La idea de desorden es la desviación que aparece en un proceso, que lo perturba y lo transforma; es el encuentro aleatorio, la desorganización y desintegración; finalmente, es —a nivel subjetivo— la incertidum-

bre. El desorden coopera con el orden para crear la organización y requiere la idea de entorno⁴⁸.

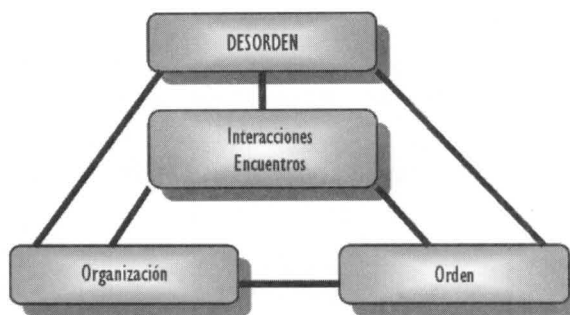


FIGURA 1.2. Relación desorden-orden-organización⁴⁹.

Aunque las ecuaciones no lineales ilustran el caos y brindan a los científicos una visión del modo en que se producen los acontecimientos, no permiten a los investigadores predecir con exactitud dónde y cuándo se producirá el próximo. En el mundo no lineal la predicción exacta es práctica y teóricamente imposible.

Incluyendo diversos valores en teorías no lineales, los científicos de la teoría de sistemas pueden visualizar los efectos que diversas políticas y estrategias tendrían sobre la evolución de las ciudades, el crecimiento de una empresa o el funcionamiento de una economía. Usando modelos no lineales, es posible localizar potenciales puntos de presión crítica en dichos sistemas; en tales puntos de presión, un cambio pequeño puede producir un impacto desproporcionadamente grande⁵⁰.

Un sistema dinámico es una colección de partes que interactúan entre sí y se modifican unas a otras a través del tiempo. Un sistema dinámico es caótico si los pequeños cambios efectuados en las condiciones iniciales del sistema provocan, más tarde, importantes cambios en éste⁵¹.

tiempo. Por comparación, la rama de los atractores extraños destaca la capacidad de los sistemas caóticos para generar nueva información. Al repetirse con muy escasa frecuencia, los sistemas caóticos generan modelos de complejidad extrema, en los que las zonas de simetría se mezclan con las de asimetría, recorriendo todas las escalas de magnitud. Véase K. Hayles, *op. cit.*, p. 30.

43 Morin afirma además que la organización debe convertirse en la columna vertebral de toda teoría de las cosas, los seres y los existentes. Morin, *op. cit.*, 1984.

44 J. Briggs y F. D. Peat, *Espejo y reflejo. Del orden al desorden*, 2a. ed., España: Editorial Gedisa, 1994.

45 R. Lewin, *op. cit.*

46 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

47 El orden singular de un sistema es la estructura que lo organiza. Véase Morin, *op. cit.*, 1984, pp. 100-101.

48 En este punto Morin afirma que perturbaciones pequeñas generan grandes cambios. "Un desorden apenas perceptible a nivel planetario se traduce en efectos absolutamente

masivos que transforman el entorno, las condiciones de vida, y afectan a todos los seres vivientes". Morin, *Ibid.*, pp. 103-104.

49 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

50 J. Briggs y F. D. Peat, *op. cit.*

51 T. Wegner y B. Tyler, *El mundo de los fractales*, 1a. ed., España: Editorial Anaya Multimedia, 1995.

La organización une de forma interrelacional elementos, eventos o individuos diversos que a partir de ella se convierten en los componentes de un todo. Pero el conjunto no es reductible a las partes, pues dispone de cualidades emergentes y de constreñimiento propios, porque comporta una retroacción de las cualidades emergentes del “todo” sobre las partes⁵². Asegura solidaridad y solidez relativa a estas uniones, así como cierta posibilidad de duración a pesar de las perturbaciones aleatorias (figura 1.3). La organización transforma, produce, reúne y mantiene; ha sido generada por interacciones, reacciones, tratos (acciones de intercambio) y retroacciones (acciones que actúan hacia atrás sobre el proceso que las produce, y eventualmente sobre su fuente o su causa; además, se hacen en y por la organización)⁵³.

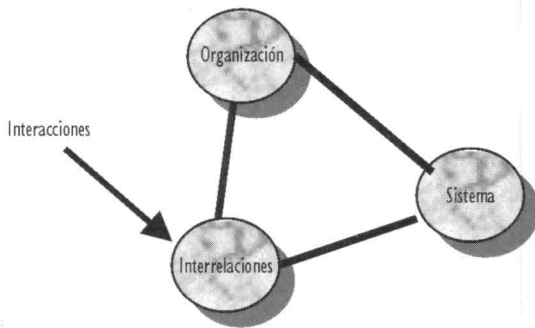


FIGURA 1.3. Fenómeno único organización-sistema-interrelaciones⁵⁴.

La organización tiene los siguientes principios⁵⁵:

- **Estratificación:** los sistemas naturales (físicos, biológicos, económicos y sociales) están organizados por niveles, no necesariamente jerárquicos. La forma característica de los sistemas complejos responde al principio de estratificación, al presentar una disposición de sus elementos en niveles de organización con dinámicas propias interactuantes entre sí. El conjunto de factores que directa o indirectamente determinan el funcionamiento de los sistemas, se distribuye en niveles estructuralmente diferenciados con dinámicas propias semi-autónomas, pero no necesariamente interrelacionadas jerárquicamente.
- **Interacción entre niveles:** para cada nivel dado, las interacciones con los otros niveles se pueden representar como flujos de entrada y de salida, no necesariamente materiales. Al efecto neto sobre un nivel dado de las interacciones con los otros niveles se denomina condición de contorno de dicho nivel.

Los conceptos de condiciones de contorno y de flujo se aplican entre subsistemas de uno total y en las interacciones de éste con otros. Las condiciones del entorno no determinan necesariamente los procesos que tienen lugar en el nivel de referencia, pero desempeñan un papel decisivo en determinar la generación y modalidades de evolución en los procesos de cambio. A la semi-autonomía de los niveles de organización de un sistema se le designa como “desacoplamiento”.

- **Articulación interna:** dentro de cada nivel, los elementos pueden agruparse en subsistemas, constituidos por aquellos elementos que tienen un mayor grado de interconexión entre sí, que entre éstos y los demás. Estos subsistemas funcionan como “subtotalidades” que se articulan por relaciones cuyo conjunto constituye la estructura del nivel.

Los sistemas complejos sufren transformaciones a través del tiempo, que son propias de los sistemas abiertos. La evolución de tales sistemas no se realiza a través de procesos que se modifican de manera gradual y continua, sino que procede por una sucesión de desequilibrios y reorganizaciones⁵⁶. Cada reestructuración conduce a un período de equilibrio dinámico relativo, durante el cual el sistema mantiene sus estructuras previas con fluctuaciones dentro de ciertos límites, que conducen a las teorías de auto-organización tratadas más adelante.

Los elementos que constituyen la base del sistema con su estructura característica durante un período dado de tiempo, no son estáticos, sino que fluctúan permanentemente bajo la influencia de elementos que quedaron fuera del sistema y que definen las condiciones del entorno. Las fluctuaciones son de dos tipos:

52 E. Morin, *op. cit.*, 1984.

53 Le Moigne define la organización sistémica, como las múltiples interrelaciones y retroacciones entre las operaciones tangibles (el sistema operativo), la elaboración de estrategias inteligentes (sistema de decisión) y el sistema de información (que registra, memoriza y distribuye a los otros sistemas) . Véase Jean-Louis Le Moigne, *op. cit.*, pp. 86-87.

54 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

55 R. García, *op. cit.*

56 Para los eventos caóticos imprevistos, el sistema tolera cierto nivel de riesgo aceptable, incluso un fracaso catastrófico y le asigna un valor con base en alguna probabilidad postulada.

- Fluctuaciones de pequeña escala, que inducen pequeños cambios pero no alteran las relaciones fundamentales que caracterizan la estructura.
- Fluctuaciones que exceden un cierto “umbral”, definido sólo para cada situación particular, y que producen una disrupción de la estructura.

La disrupción de la estructura depende no sólo de la magnitud de la fluctuación, sino también de las propiedades intrínsecas de la estructura, que se designan como condiciones de estabilidad del sistema.

Estabilidad e inestabilidad son propiedades estructurales del sistema, sobre la base de las cuales se definen otras propiedades estructurales tales como vulnerabilidad (propiedad de una estructura que la torna inestable bajo la acción de perturbaciones) o resiliencia (capacidad para retornar a una condición original de equilibrio después de una perturbación).

Los seres humanos y las estructuras ecológicas, sociales, económicas y políticas, constituyen sistemas complejos. Estas estructuras se desenvuelven y, tarde o temprano, sus vías evolutivas se bifurcan. El mundo está sujeto a súbitos y sorprendentes cambios de fase. Las bifurcaciones son más visibles, más frecuentes y más dramáticas cuando los sistemas que las representan se acercan a sus umbrales críticos de estabilidad⁵⁷.

En un sistema, la bifurcación es un instante vital cuando algo tan pequeño como un fotón de energía, una leve fluctuación en la temperatura externa, un cambio de densidad o el aleteo de una mariposa en Hong-Kong se magnifica por iteración hasta alcanzar tal tamaño que se crea una ramificación y el sistema adopta un nuevo rumbo⁵⁸. En el curso del tiempo, las cascadas de puntos de bifurcación hacen que un sistema se fragmente (duplicación de períodos) cayendo en el caos, o que se establezca en una nueva conducta mediante una serie de rizos de realimentación (tales como autocatálisis, la catálisis cruzada y la autoinhibición) para acoplar el nuevo cambio a su medio ambiente⁵⁹.

Una vez estabilizado por la realimentación, un sistema que ha pasado por una bifurcación puede resistir nuevos cambios durante largos períodos de tiempo hasta que una nueva perturbación crítica amplifica la realimentación y crea un nuevo punto de bifurcación.

En sus puntos de bifurcación, el sistema en orden recibe una “opción” entre varias órdenes. La realimentación interna de algunas de estas opciones es tan compleja que

los grados de libertad son virtualmente infinitos. En otras palabras, el orden de la opción es tan elevado que es un caos. Otros puntos de bifurcación ofrecen puntos donde la realimentación de acoplamiento produce menos grados de libertad. Los puntos de bifurcación son los hitos de la evolución del sistema: cristalizan su historia.

La auto-organización

La auto-organización se presenta en las organizaciones vivientes que no parecen obedecer al segundo principio de la termodinámica (entropía), debido a que sus componentes son muy poco fiables, pero como organismo es confiable pues permanece idéntico a sí mismo en la medida en que sus componentes se renuevan a sí mismos⁶⁰.

Existe una relación consustancial entre desorganización (entropía) y organización compleja (reorganización-neguentropía). La entropía contribuye a la organización que tiende a arruinarse, y el orden auto-organizado no puede complejizarse más que a partir del desorden o, más aún, a partir del “ruido”, porque se está en un orden informacional⁶¹.

El sistema viviente está dotado de autonomía relativa organizacional, orgánsmica y existencial; al mismo tiempo el sistema auto-organizado⁶² se desprende del ambiente y se distingue de él incrementando la apertura y el intercambio que acompañan todo progreso de la complejidad, es decir, es auto-eco-organizador.

Se ha desenraizado de la alternativa determinismo/azar, porque el sistema auto-organizador tiene necesidad de la indeterminación y del azar para su propia auto-determinación. Del mismo modo se escapa de la disyun-

57 Ervin Laszlo, *La gran bifurcación. Crisis y oportunidad: anticipación del nuevo paradigma que está tomando forma*, 3a. ed., España: Editorial Gedisa, 1997.

58 Junto con las posibilidades de información de los modernos sistemas de comunicación llegó la conciencia de que fluctuaciones pequeñas en la microescala podían, en condiciones apropiadas, propagarse rápidamente a través del sistema, dando por resultado inestabilidad o reorganizaciones de gran escala. Véase K. Hayles, *op. cit.*, p. 24.

59 Briggs y Peat, *op. cit.*

60 Este nuevo orden de complejidad aparece cuando su existencia y el mantenimiento de su diversidad son inseparables de las interrelaciones con su entorno, interrelaciones a través de las cuales el sistema extrae del exterior materia/energía y, en un grado de complejidad superior, extrae información.

61 E. Morin, *op. cit.*, 1997.

62 Su propio sistema generativo. E. Morin, *op.cit.*, 1984.

ción y de la anulación del sujeto y del objeto, porque se ha partido del concepto del sistema abierto, que implica en sí mismo –ya en su carácter más elemental–, la presencia consustancial del ambiente, es decir, la interdependencia sistema eco-sistema.

El orden viviente en su complejidad biológica se alimenta del desorden, y la organización de lo viviente es esencialmente un sistema de reorganización permanente⁶³. Los desarrollos de la auto-organización se constituyen de una complejización de la organización interna y de una relación o comportamiento con el entorno (ecosistema). Cuanto más complejos sean estos comportamientos, más manifestarán una flexibilidad adaptativa con el entorno, los funcionamientos estarán aptos para modificarse en función de los cambios externos, y particularmente de los aleas, las perturbaciones y los eventos, y serán igualmente aptos para modificar el entorno inmediato⁶⁴.

Un enfoque del caos afirma que éste es precursor y socio del orden, y no como su opuesto. Se centra la atención en el surgimiento espontáneo de auto-organizaciones que emergen del caos, o, según la terminología del campo, en las estructuras disipativas que surgen en sistemas fuera de equilibrio, cuando la producción de entropía es alta⁶⁵.

Prigogine⁶⁶ usa la palabra caos de dos modos bien diferenciados, aunque a veces intercambiables. Está el caos

pasivo del equilibrio y la entropía máxima, donde los elementos están tan íntimamente mezclados que no existe ninguna organización. Este es el “caos térmico del equilibrio”, propio del eventual universo tibio que predice Clausius. Pero en la segunda acepción el caos es activo, caliente y energético, “un caos turbulento alejado del equilibrio”. Prigogine fue uno de los primeros científicos contemporáneos que advirtió que pueden ocurrir cosas extrañas en este caos alejado del equilibrio. Descubrió que en los sistemas alejados del equilibrio no sólo se desintegran los sistemas, sino que emergen sistemas nuevos^{67, 68}.

INFORMACIÓN/COMUNICACIÓN

La teoría de la información vista desde la complejidad, va más allá de la teoría expuesta por Shannon⁶⁹. Es una herramienta teórica que permite tratar la incertidumbre, la sorpresa, lo inesperado.

La concepción shannoniana de la información gira en torno al sentido del mensaje (la utilización de un código y de un repertorio, la necesidad de comunicar, y las precauciones respecto al ruido suponen y conciernen al sentido de lo que es transmitido), es completamente muda o ciega para con la significación, la cualidad, el valor y el alcance de la información para el receptor; en fin, es incapaz de concebir los caracteres antro-po-sociales de la información⁷⁰.

63 A este fenómeno de las entidades vivientes se le llama *auto-poiesis*. Morin establece que una sociedad está en estado de autoproducción permanente a través de la muerte de sus individuos; se reorganiza incesantemente a través de desórdenes, antagonismos, conflictos, que minan su existencia y mantienen su vitalidad a la vez. Luhmann afirma que en los sistemas autopoieticos, todo lo que es usado como una unidad por el sistema, incluyendo las operaciones elementales, es también producido como una unidad por el mismo. Véanse E. Morin, *op. cit.*, 1984, pp. 241-242 y N. Luhmann, *op. cit.*, p. 27.

64 E. Morin, *op. cit.*, 1984.

65 K. Hayles, *op. cit.*

66 I. Prigogine, *op. cit.*

67 Prigogine abordó la discrepancia entre decaencia entrópica y complejidad biológica reformulando el modo en que tiene lugar la producción de entropía. Razonó que el término general de la entropía puede dividirse

en dos partes. La primera refleja los intercambios entre el sistema y el mundo exterior; la segunda describe cuánta entropía se produce dentro del sistema mismo. La segunda ley exige que la suma de estas dos partes sea positiva, excepto en el estado de equilibrio, cuando es cero. Pero si el sistema está muy lejos del equilibrio, el primer término será tan abrumadoramente positivo que, aun cuando el segundo término sea negativo, la suma puede seguir siendo positiva. Esto significa que, sin violar la segunda ley, los sistemas muy alejados del equilibrio pueden experimentar una disminución de la entropía local. Para los sistemas que le interesen a Prigogine, esta disminución se manifiesta como un impresionante aumento de la organización interna. Para destacar la conexión entre los procesos autoorganizativos y la gran producción de entropía, Prigogine llamó a tales reacciones sistemas “disipativos”. Véase Hayles, *op. cit.*, p. 126.

68 Briggs y Peat, *op. cit.*

69 Morin, *op. cit.*, 1997.

70 Haynes comenta que el artículo de Henri Atlan “On a Formal Definition of Organization” (1974) se basa en esta idea. Atlan puntualiza que a veces la equivocidad en un mensaje puede conducir al sistema a reorganizarse a un nivel más elevado de complejidad, como cuando una mutación genética da por resultado un rasgo adaptativo. Por lo tanto, propone que distingamos entre dos clases de equivocidad: una “destructiva”, que interfiere negativamente con un mensaje, y otra “productora de autonomía”, que estimula al sistema a producir una reorganización. La forma en que se considere la equivocidad “productora de autonomía” depende del punto donde el observador se coloque. Si está dentro del canal, la equivocidad es una interferencia, porque dentro de este marco de referencia sólo interesa el mensaje. Pero si está fuera del canal, puede apreciar el efecto sobre el sistema en su conjunto. Haynes, *op. cit.*, p. 80.

A partir de la cibernética, la información se integra a las máquinas en donde la información programa, juzga, controla, reparte, almacena y desencadena la energía. Al incorporar la información en un estatus físico completo, adquiere los caracteres de toda realidad física organizada: abandonada a sí misma, no puede evolucionar más que en el sentido de su desorganización, es decir, del incremento de entropía; de hecho, la información experimenta, en sus transformaciones (códigos, transmisiones, etc.), el efecto irreversible y creciente de la degradación.

Para comprender la información, es necesario pasar del sistema de explicación donde la entropía es una magnitud univectorial simple a un metasisistema, la cual se convierte en un concepto complejo, que comporta a la vez un proceso positivo y negativo (que llegan a ser complementarios, concurrentes, antagonistas) en y por las organizaciones generativas productoras-en-sí. Morin⁷¹ (1997) afirma que Atlas ha señalado que la generación de información necesita el desorden, es decir el ruido, en el seno del sistema.

La información forma parte de la organización neguentrópica, la cual solamente produce y lee la información. Experimenta el desorden y la degradación física porque participa de la organización, puede resistir al incremento de entropía usando la redundancia y puede, sobre todo, transformarse en neguentropía porque participa de la organización neguentrópica. Brillouin⁷² explicita que había una equivalencia entre la información y la entropía negativa o neguentropía.

Posteriormente la información da un salto organizacional formidable pasando de la máquina artificial a la máquina viva. El "programa" no sólo maneja el funcionamiento de la máquina, sino que genera a la vez la reproducción y la existencia fenoménica del ser vivo, es decir, todas las actividades organizacionales del individuo y de la especie. La información tiene, pues, un carácter generativo y antidegenerativo completamente desconocido e ignorado en la teoría shannoniana. Se encuentra de nuevo el problema del vínculo organizacional neguentropía/información.

La información es un concepto que ha logrado establecer una unión orgánica entre el universo físico, el biológico y el antropológico. La realidad física de la información no es aislable concretamente. El concepto físico de información es inconcebible sin el con-

cepto biológico y el antropológico de información⁷³. Se mutila la realidad del concepto físico si se pretende aislarlo totalmente, puesto que no existe más que en los seres vivos que tienen la cualidad del ser vivo, y no desarrolla sus potencialidades más que en la comunicación entre los seres sociales que tengan la aptitud cerebral de intercambiar información.

Morin⁷⁴ afirma que la información nace de la no-información, por lo que: 1) la información nace de un proceso organizacional neguentrópico que se desarrolla a partir de interacciones evenciales⁷⁵, aleatorias, y 2) la información nace al mismo tiempo que se constituye un complejo generativo/integrador y que puede regenerar lo que la genera (figura 1.4). La información, al inscribirse en un complejo generador de naturaleza duplicativa, se multiplica y prolifera; y la no-información interviene de nuevo, para su desarrollo de la información, esta vez en forma de ruido, es decir, de perturbación. Pero no es el ruido el que crea una nueva información, sino la conjunción neguentrópica/información/interacciones/ruido.



FIGURA 1.4. Relación información-no-información⁷⁶.

Ha sido preciso relacionar la información con las nociones de organización y neguentropía, y con la de aparato, e interrelacionar entre sí estas nociones (figura 1.5).

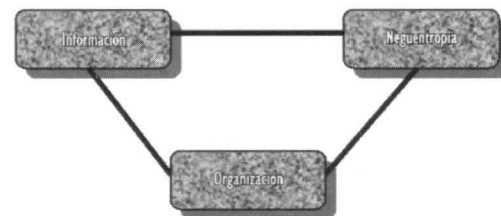


FIGURA 1.5. Relación información-organización y neguentropía⁷⁷.

71 Morin, *op. cit.*, 1997.

72 Morin, *op. cit.*, 1996.

73 Le Moigne define la información como una composición de formas y una configuración estable de símbolos. El símbolo es un operador resultante de la conjunción del Signo (físico), Significado (designación) y Significante (producción). Véase Le Moigne, *op. cit.*, p. 102.

74 Morin, *op. cit.*, 1997.

75 Relacionado con los eventos.

76 Morin, *op. cit.*, 1997.

77 *Ibid.*

La noción de información no toma su fundamento y sentido más que con respecto a la noción de organización neguentrónica. No basta con considerar solamente información y neguentropía en conjunto; es preciso considerar en conjunto información/neguentropía/organización.

Morin establece las siguientes relaciones:

1. La organización neguentrónica precede genealógicamente a la información.
2. La organización neguentrónica se convierte en informacional cuando se constituye en ella un complejo o aparato generativo que desarrolla capacidad de almacenamiento y competencia “estratégico/programática” lo que permite la “repetición/reorganización”, “resucitación/reproducción”.
3. A partir de ahí, se constituye una organización genofenómica, de carácter informacional/comunicacional.
4. La información sólo puede ser activa y reproductiva en la actividad de un aparato generativo. Este aparato no puede ser activo y reproductivo más que en la actividad global de la organización comunicacional. La información es lo que permite que la neguentropía regenere la organización, que a su vez permite que la información regenere la neguentropía.
5. La información necesita siempre una organización neguentrónica para tener existencia y efecto.
6. La información permite que la organización neguentrónica cree neguentropía o incremente su información.
7. Toda información degenerada puede ser regenerada si encuentra cabeza descifradora y matriz generativa.
8. La gran equivalencia neguentropía/información no es, pues, una relación de identidad, sino una relación de transmutabilidad mutua en condiciones energético/organizacionales/neguentrónicas dadas.

La información es definida como una función matemática que depende únicamente de la distribución de los elementos del mensaje, independientemente de que éste tenga algún significado para un receptor. Y a su vez, este paso hace posible considerar que los sistemas caóticos contienen mucha información y bastante orden⁷⁸; mientras más caótico es un sistema, más información produce. En la nueva valoración del caos está implícito el supuesto de que la producción de información es buena en sí misma, independientemente de lo que signifique.

Hayles afirma que en su artículo “Strange Attractors, Chaotic Behavior and Information Flow”⁷⁹, Shaw analiza

los atractores extraños dividiendo sus órbitas en bloques mínimos de espacio de fase, con dimensiones en el orden de la constante de Planck (el número muy pequeño que aparece como una constante universal en el principio de incertidumbre). Este espacio mínimo se identifica con un “logon”, o célula de información de un tamaño mínimo, trasladando así la órbita del oscilador dentro de un flujo de información. Hacer contraer al flujo, como lo hace cuando un oscilador empieza fuera de un ciclo límite, es equivalente a decir que la información que una vez fue accesible ha sido destruida. Con los atractores extraños tiene lugar el proceso inverso; se crea la información que una vez fue inaccesible. Los atractores operan irreversiblemente porque su operación cambia lo que se puede saber acerca de ellos, no meramente lo que se sabe.

Información-comunicación-ruido

El ruido no sólo concierne a los desórdenes “objetivos”, como el ruido técnico, sino también a los fenómenos, eventualmente organizados, que no son perturbaciones más que con respecto a un mensaje dado.

Las situaciones reales de comunicación no sólo dependen de los códigos de la información y del repertorio común que es el lenguaje: dependen también de otro tipo de código, unido a la ideología, la cual depende de una paradigmatología, siempre implícita, siempre escondida, siempre presente y siempre dominante.

Todo mensaje humano lleva en sí una multiplicidad compleja de mensajes potenciales, todo mensaje es de hecho multi-connotado y multi-desenterrable; es decir, la connotación y no la detonación, puede ser el verdadero mensaje; entonces información, redundancia y ruido se ensombrecen, pierden su claridad y distinción. Para operar de forma óptima, la comunicación compleja necesita que los interlocutores dispongan del mismo saber, participen de la misma visión del mundo, obedezcan a la misma lógica y a la misma estructura paradigmática.

La información sólo puede nacer a partir de una interacción entre una organización generativa y una perturbación aleatoria al ruido. Por ello la información no puede desarrollarse más que a partir del ruido⁸⁰.

78 K. Hayles, *op. cit.*

79 K. Hayles, *op. cit.*

80 El ruido puede hacer a veces que un sistema se reorganice a un nivel más elevado de complejidad. K. Hayles, *op. cit.*, p. 81.

Para el observador, el ruido es, psíquicamente, ignorancia (y por ello lo desconocido, el misterio), y físicamente desorden; para el observador, la redundancia es psíquicamente certidumbre, físicamente orden (invarianza, ley, repetición, regularidad, estabilidad); para el observador, la información es psíquicamente saber adquirido, a partir de eventos, conocimientos arrancados al ruido, y físicamente, juego evencial y diversamente aleatorio de las interacciones.

En el tetrálogo ruido/redundancia/informaciones/sistemas de ideas hay permutaciones y transformaciones: la información nace a partir de interacciones entre organización y ruido, hace nacer redundancia en el seno de una organización *ad hoc*; muere en ruido, como esta organización misma. Conocimientos tenidos por ciertos –redundancia– pueden ser alterados y se desintegran en ruido ante la irrupción de conocimientos nuevos, a partir del lo cual se forma una nueva redundancia; así, la teoría se rompe y emerge una nueva teoría; al conocimiento se convierte en ignorancia en el movimiento mismo en que la ignorancia se transforma en conocimiento.

Lo que es verdadero de toda organización, lo es también de la organización del conocimiento: cuanto más compleja sea, más apta es para escoger e integrar el desorden.

CONCLUSIONES

Mirar a las organizaciones con la visión de la complejidad permite comprender su dinámica y comportamiento. La organización es la emergencia producto de las interacciones y retroacciones de los elementos que la componen, y de éstos con el entorno cambiante y dinámico. La organización es caos y orden, es impredecibilidad y estabilidad. Su comportamiento no es casuístico: pequeños cambios producen grandes efectos impredecibles, sometidos a saltos bruscos en donde las bifurcaciones se incorporan a la toma de decisiones individuales y gerenciales. La información y el ruido son los catalizantes y aglutinantes de la malla de relaciones, y permiten la generación de cambios y la emergencia de novedades.

Esta nueva visión fuerza a los diseñadores de las organizaciones y a los administradores a proponer nuevos modelos de comportamiento de éstas, cada vez más alejados de las rígidas y mecanicistas estructuras actuales. Permite conciliar los nuevos discursos del cambio y la innovación con la acción diaria dentro de las mismas; hace posible la acción de grupos autogestionados y autodirigidos y la gestión del conocimiento.

REFERENCIAS

- Abbagnano, Nicola, *Diccionario de filosofía*. Colombia. 1a. reimpresión, México: Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Badii, Remo y Antonio Politi, *Complexity. Hierarchical structures and scaling in physics*, 1a. ed., UK: Editorial Cambridge, 1999.
- Beker, Victor. *Del caos en la economía a la economía del caos*. Argentina: Editorial de Belgrano, 1998.
- Briggs, J. y F. D. Peat, *Espejo y reflejo. Del orden al desorden*, 2a. ed., España: Editorial Gedisa, 1994.
- _____, *Las siete leyes del caos. Las ventajas de una vida caótica*. 1a. ed., España: Editorial Grijalbo, 1999.
- Cohen, Bernice, *The edge of chaos*, 1a. ed., UK: Ediciones Wiley & Sons, 1997.
- Fernández Díaz, Andrés. *Dinámica caótica en economía*. España: Editorial McGraw-Hill, 1999.
- Field, Michael y Martin Golubitsky, *Symmetry in chaos*, 1a. ed., USA: Ediciones Oxford, 1995.
- García, Rolando, *El conocimiento en construcción*. 1a. ed., España: Editorial Gedisa, 2000.
- Hayles N., Katherine, *La evolución del caos*. 2a. ed., España: Editorial Gedisa, 1998.
- Laszlo, Ervin, *La gran bifurcación. Crisis y oportunidad: anticipación del nuevo paradigma que está tomando forma*, 3a. ed., España: Editorial Gedisa, 1997.
- Le Moigne, Jean-Louis, *La modélisation des systèmes complexes*, 1a. ed., Francia: Editorial Dunod, 1990.
- Lewin, Roger, *Complejidad. El caos como generador del orden*. 1a. ed., España: Editorial Tusquets, 1995.
- Luhmann, Niklas, *Complejidad y modernidad, de la unidad a la diferencia*, 1a. ed., España: Editorial Trotta, 1998.

- Monroy O., César, *Teoría del caos*, 1a. ed., Colombia: Editorial Computec, 1997.
- Morin, Edgar, *El método*, tomo I, *La naturaleza de la naturaleza*, España: Editions du Seuil, 1a. ed., Madrid: Editorial Cátedra, 1997.
- _____, *Introducción al pensamiento complejo*, España: Editorial Gedisa, 1996.
- _____, *El método*, tomo IV, *Las ideas*, España: Editions du Seuil, 1991; 1a. ed., Madrid: Editorial Cátedra, 1992.
- _____, *El método*, tomo III, *El conocimiento del conocimiento*, España: Editions du Seuil, 1986; 1a. ed., Madrid: Editorial Cátedra, 1994.
- _____, *Ciencia con conciencia*, España: Librairie Arthème Fayard, 1982; 1a. ed., Barcelona: Editorial Anthropos, 1984.
- Prigogine, Ilya, *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*, 4a. ed., España: Editorial Tusquets, 1997.
- _____, *Las leyes del caos*, 1a. ed., España: Editorial Crítica, 1999.
- _____, *El fin de las certidumbres*. 1a. ed., España: Ediciones Taurus, 1997.
- _____, "De los relojes a las nubes", en Dora Fried Schnitman, (comp.), *Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad*, 2a. reimpresión, Argentina: Ediciones Paidós, 1998.
- Von Bertalanffy, Ludwing, *Teoría general de los sistemas*, 9a. reimpresión, México: Ediciones Fondo de Cultura Económica, 1993.
- Wagensberg, Jorge. *Ideas sobre la complejidad del mundo*. 3ra Edición, España: Editorial metatemáticas, 1994.
- Wegner, Tim y Bert Tyler, *El mundo de los fractales*, 1a. ed., España: Editorial Anaya Multimedia, 1995.