

DISEÑO DE UN MODELO CONCEPTUAL DE AUTO-ORGANIZACIÓN PARA EL LOGRO DE ACTUACIONES CONJUNTAS EN LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES

Bohórquez Arévalo, Luz Esperanza¹

RESUMEN

La investigación propone un modelo conceptual de auto-organización para el logro de actuaciones conjuntas en las organizaciones empresariales que permita robustez/flexibilidad y fortalecimiento de los lazos con la naturaleza y la sociedad. La inflexibilidad, fragilidad y lentitud de las organizaciones empresariales para responder a las condiciones cambiantes de entorno, así como la generación de externalidades negativas que el sector empresarial ha generado, obedecen al uso de sistemas de control jerárquico para el logro de actuaciones conjuntas, y al enfoque financiero y rentabilista que caracteriza a la administración. La presente investigación documental, parte de la premisa que buscar alternativas tendentes a superar las fallas que las organizaciones empresariales han generado, lo que exige comprenderlas desde perspectivas distintas a las que tradicionalmente han soportado la administración. El entramado teórico que soporta el modelo propuesto incluye los planteamientos provenientes de la ciencia de redes complejas, la vida artificial, la termodinámica del no equilibrio, las redes booleanas, el modelo NK, y la teoría de catástrofes. La relevancia de estos campos radica en que se caracterizan por la ausencia de sistemas de control, por la interacción no causal entre los agentes de sistema, y por el incremento de la aleatoriedad de entorno. El modelo proporciona una alternativa para la comprensión de las organizaciones empresariales, y en particular de la actuación conjunta que en estas emerge. El modelo pone de manifiesto que la auto-organización permite superar las fallas que las organizaciones empresariales han generado.

Palabras claves: teorías de la complejidad, auto-organización, actuación conjunta.

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. E-mail: lebohorquez@hotmail.com

DESIGN OF CONCEPTUAL SELF-ORGANIZATIONAL MODEL TO ACHIEVE JOINT ACTIONS IN THE ORGANIZATION

ABSTRACT

The research proposes a conceptual self-organization to achieve joint actions in the business organizations allowing for robustness/flexibility and strength of the bonds with nature and society. Inflexibility, weakness, and slowness of business organizations to deal with the changing environmental conditions, as well as the generation of negative externalities generated by the business sectors, are the result of the use of hierarchical control to undertake joint actions, and the financial and profitable focus featuring the administration. This research is supported on the premise that, looking for alternatives aimed at overcoming the failures generated by business organizations, is to be understood from the several different standpoints other than those ones usually supporting the administration. The theoretical framework supporting the model proposed includes the approaches derived from the science of complex networks, the artificial life, and thermodynamics of equilibrium, the Boolean networks, the NK model and the catastrophe theory. The relevance of such fields lies on that they are characterized by the absence of control system, due to the non-causal interaction between the system's agents and the environment increasing randomness. The model provides an alternative to understand business organizations, and particularly the joint action derived. The model clearly shows that self-organization allows for overcoming failures generated by the business organizations themselves.

Key Words: Complexity theories; self-organization; joint action.

1. Introducción

El problema abordado en la presente investigación tiene su origen en la inflexibilidad, fragilidad y lentitud de las organizaciones empresariales para responder a las condiciones cambiantes del entorno (Helin, Jensen, Sandström, & Clegg, 2011), (Schulman, 2011), (Alberts & Nissen, 2009), (Stansbury & Barry, 2007), así como en las externalidades negativas que el sector empresarial ha generado tanto en el medio ambiente como en la sociedad (Toca, 2011). En la presente investigación nos enfocamos en las fallas que se evidencian en el sector empresarial como conjunto, sin desconocer que a nivel individual existen empresas que han alcanzado resultados notoriamente distintos.

La inflexibilidad, fragilidad y lentitud de las organizaciones empresariales se manifiesta en los bajos niveles de desempeño empresarial considerando tanto los indicadores financieros (Hamel, 2001) como los no financieros (Dimara, Skuras, Tsekouras, y Goutsos, 2004; Bohórquez, 2010; Kaziliūnas, 2010). Las fallas de las organizaciones empresariales han sido identificadas por diferentes autores dentro de los cuales se encuentran: Prahalad & Hamel (1994) que destacan la dificultad de aplicación y obsolescencia de las prácticas administrativas, Mintzberg (1994) quien pone manifestó, entre otros aspectos, la ausencia de flexibilidad de los modelos, Ormerod (1997) quien critica la búsqueda de precisión matemática de la economía y por extensión de la administración, Chanlat (1995, 2002) quien resalta la necesidad

de humanizar la administración en oposición a la búsqueda de rentabilidad, Acktouf (2001) que critica la servidumbre de la administración al modelo económico dominante, y rechaza la orientación puramente financiera y rentabilista que la caracteriza y, Schulman (2011) quien señala la obsolescencia de los modelos administrativos.

La presente investigación plantea que las fallas de las organizaciones empresariales obedecen al uso de sistemas de control jerárquico para el logro de actuaciones conjuntas, y al enfoque financiero y rentabilista que caracteriza a la administración. Los sistemas de control jerárquico explican la fragilidad, inflexibilidad y lentitud de las organizaciones empresariales. Por su parte el enfoque financiero y rentabilista explica la generación de externalidades negativas.

El control ha sido considerado uno de los problemas esenciales de la administración (Pfefer, 2000). La necesidad del control se soporta en la idea de que la interdependencia entre individuos caracterizados por la diversidad exige la implementación de mecanismos que garanticen la vigencia de los acuerdos y el cumplimiento de los objetivos establecidos por la dirección. La importancia y necesidad del control ha sido tan omnipresente en el modelo económico y administrativo dominante que sus fallas son aceptadas como parte del orden natural de las cosas (Turnbull, 2002).

Las fallas de los sistemas de control jerárquico pueden ser agrupadas en tres categorías: a) los sistemas de control dificultan la detección e implementación oportuna de cambios que le permitan a la organización evolucionar a fin de dar respuesta a nuevas posibilidades (Jensen, 1993, 2010), b) disminuyen la diversidad de las personas (Turnbull, 2002) e inflexibilizan la respuesta de los empleados a situaciones cambiantes del entorno (Watts, 2006; Stansbury y Barry, 2007; Clegg, 2011) y, c) son permeables a la corrupción (Turnbull, 2002). De manera amplia se puede afirmar que las organizaciones caracterizadas por el uso de sistemas de control jerárquico responden mal a la complejidad del entorno porque son precarias en la distribución de la información. En la medida en que se está más arriba en la cadena de mando más personas transmitirán mensajes a través de él y, por tanto, mayor carga de procesamiento de información se tendrá, lo que genera congestión de la información. En las empresas organizadas jerárquicamente la información está distribuida de forma tan desigual, que a menos que se haga algo para acomodarla, la empresa fracasará (Watts, 2006).

Por su parte, el enfoque financiero y rentabilista hace que las empresas sean máquinas de generación de externalidades (Passet, 1996; Georgeescu-Roegen, 1996 y Rowbotham, 2009). Acktouf (2001) argumenta que la orientación de la administración al logro de resultados financieros obedece a que los fundamentos teóricos y conceptuales sobre los que ha sido construida son distorsionados para

legitimar y justificar las prácticas administrativas operantes en las empresas y que obedecen a intereses particulares. Adicionalmente el enfoque financiero y rentabilista de la administración hace que la organización restrinja el espacio de posibilidades hacia los que puede evolucionar; es decir al concentrarse en un solo punto se pierden de vista otras posibilidades. Este mismo efecto se produce siempre que la organización se orienta a enfoques predefinidos sean o no económicos. En esta investigación enfatizamos la crítica al enfoque financiero y rentabilista por ser el predominante en las organizaciones empresariales; pero la solución no se encuentra en enfoques no económicos. Nuestro planteamiento como se desarrollará más adelante es permitir que la organización explore y explote diferentes espacios de posibilidades.

El enfoque financiero y rentabilista que caracteriza a la administración se encuentra en estrecha relación con el uso de sistemas de control jerárquico para el logro de la actuación conjunta. Los resultados financieros son el elemento que direcciona la actuación conjunta en las organizaciones empresariales. La visión, el escenario apuesta, los objetivos empresariales, entre otras formas de acuerdo, siempre giran alrededor del logro de resultados financieros. En otras palabras, el enfoque financiero y rentabilista, y la aplicación de sistemas de control jerárquico corresponden a dos aristas de un mismo problema que en esta investigación denominamos: la deficiente gestión de la complejidad del sistema a fin de alcanzar una única alternativa de solución.

A la fecha la mejor alternativa para superar el problema de la deficiente gestión de la complejidad es la auto-organización (Beer, 1981), (Bonabeau, Theraulaz, Deneubourg, Aron, & Camazine, 1997), (Camazine, Deneubourg, Franks, Sneyd, Theraulaz, & Bonabeau, 2003), (Watts, 2006), (Laihonen, 2006). La auto-organización ha sido comprendida como la emergencia de comportamientos colectivos a partir de la interacción no causal entre las partes (Di Marzo Serugendo, Gleizes, & Karageorgos, 2011).

La auto-organización se constituye en el sustrato que permite explicar los altos niveles de robustez (ultrarobustez) que presentan las redes sociales, el internet, las redes de amigos, entre otras. La ultrarobustez es la propiedad de los sistemas para minimizar tanto la probabilidad de fallas como el efecto que estas puedan generar (Watts, 2006). La capacidad de recuperación que presentan los sistemas ultrarobustos es un resultado no planeado de la red; es una consecuencia involuntaria que surge de hacer frente a la complejidad (Watts, 2006).

Los sistemas auto-organizados no tienen estructuras jerárquicas ni hacen uso de sistemas de control. Son propios de los sistemas en los que los patrones de comportamientos emergen a partir de la interacción no causal entre las partes que lo componen (Di Marzo Serugendo, Gleizes, & Karageorgos, 2011), (Camazine,

Deneubourg, Franks, Sneyd, Theraulaz, & Bonabeau, 2003). La antítesis de los sistemas auto-organizados son los sistemas caracterizados por el uso del control.

En la presente investigación de tipo documental, argumentamos que las fallas que las organizaciones empresariales han generado, son superadas si estas actúan como sistemas auto-organizados. Lo anterior implica que el acto fundacional de una organización es estar organizados y no existe prioridad hacia el cumplimiento de determinados objetivos. Los resultados económicos y no económicos surgen de manera no planeada y como consecuencia indirecta de la auto-organización; y por tanto no se requiere del uso de sistemas de control jerárquico.

El objetivo de esta investigación es el diseño de un modelo conceptual de auto-organización para el logro de actuaciones conjuntas en las organizaciones empresariales que permita robustez/flexibilidad y fortalecimiento de los lazos con la naturaleza y la sociedad. La robustez/flexibilidad hace referencia a la capacidad de la organización de disminuir la probabilidad de fallas, de continuar operando a pesar de las condiciones cambiantes de entorno, y de recuperarse de los colapsos del sistema (Watts, 2006; Bonabeau, Theraulaz, Deneubourg, Aron, & Camazine, 1997). Esta capacidad no es un objetivo del sistema, sino un resultado natural de la auto-organización. El fortalecimiento de los lazos con la naturaleza y la sociedad, ubica a la organización como parte de la biosfera y no como controlador de ella. Esta característica se alcanza cuando la razón de ser de la organización empresarial es estar organizados sin necesidad de tener un enfoque predefinido. Los sistemas auto-organizados sustentan la capacidad de organización del sistema y su evolución a través de espacios de posibilidades.

Esta propuesta plantea importantes retos al modelo económico neoliberal. La propuesta está pensada para organizaciones que quieran comprender su actuación desde perspectivas distintas a la causal en la que a partir de determinadas condiciones iniciales se busca alcanzar determinados resultados planeados.

2. Aspectos metodológicos

La presente investigación es en organizaciones empresariales comprendidas como sistemas de complejidad creciente. Desde esta perspectiva, las organizaciones son sistemas conformados por personas que siguen comportamientos adaptativos más que racionales, que ganan y generan nueva información, que se complejizan y carecen de comportamientos regulares.

La investigación en sistemas de complejidad creciente trata con sistemas en los que las interacciones entre los agentes son difíciles de predecir y controlar. La dificultad de predicción no responde a la aleatoriedad del sistema, sino a la ausencia

de regularidad (Gell-Mann, 1994) que resulta de la interacción no causal (adaptativa) entre los agentes.

Los sistemas de complejidad creciente han sido estudiados desde distintas disciplinas como la física, la química, la biología, la economía, entre otras. Situación que no es extraña por la pluralidad de fenómenos que tanto en la biosfera como en la ecosfera se caracterizan por las interacciones entre una gran variedad de agentes. Los agentes pueden ser átomos, aves, hormigas, electrones, personas, comunidades, entre otros; y sus interacciones pueden ser de rivalidad, competencia, amistad, intercambio, atracción, combate, comunicación, etc.

El estudio de grandes números de agentes con patrones de interacción cambiantes y usualmente adaptativos tiene dificultades de solución matemática, lo que ha estimulado el uso de la vida artificial como alternativa para facilitar la comprensión de dichos sistemas. Las aplicaciones de la vida artificial en este tipo de sistemas se conocen como sociedades artificiales, modelación basada en agentes o modelación bottom-up (Axelrod, 1997). La vida artificial proporciona una nueva vía de hacer ciencia (Axelrod & Cohen, Harnessing Complexity, 2000).

La modelación a través de vida artificial ha adquirido amplia relevancia en los últimos años por la facilidad que brindan para el estudio de agentes adaptativos más que racionales o enfocados a la optimización. El propósito de los modelos de vida artificial es facilitar la exploración de todas las alternativas posibles. La vida artificial “pone a jugar al sistema” de tal forma que las distintas jugadas pueden llegar a distintas soluciones. El juego de la vida es un ejemplo de vida artificial en el que las células experimentan “historias de vida” diferentes, y la supervivencia, muerte o nacimiento no está determinada por un controlador central, o por el interés de la célula a maximizar un determinado resultado sino por la interacción con las demás células del sistema.

Las organizaciones empresariales son sistemas de vida artificial en el sentido que una vez creadas por el hombre crecen, se adaptan, se auto-organizan y evolucionan autónomamente teniendo vida propia (Bedau M. A., 2009; Bedau M., McCaskill, Packard y Rasmussen, 2010). La modelación de las organizaciones empresariales a través de vida artificial permite comprender y generar conocimiento de los fenómenos que emergen en estas (comportamientos colectivos, cooperación, actuación conjunta, entre otros); fenómenos que por su complejidad no son posible de observar de manera fácil, completa o experimentar con ellos.

Acorde con los medios, o las bases físicas consideradas para la simulación, se distinguen tres métodos de síntesis para la emergencia de la vida artificial: vida artificial *soft*, vida artificial *hard* y vida artificial *wet*. El reconocimiento de los tres métodos de síntesis pone de manifiesto que la simulación de vida artificial no se

reduce a, por ejemplo, el diseño de sistemas computacionales, sino que estos pueden tener otras formas ya sea en hardware o *wetware*.

La modelación en vida artificial es un campo de interés de diversas disciplinas y brinda diferentes posibilidades en cada uno de los métodos de síntesis de acuerdo a donde se realice el estudio. En la ingeniería, la vida artificial *hard* se puede dirigir al diseño de robots o dispositivos con autonomía, y capacidad adaptativa; la vida artificial *soft* le puede brindar posibilidades para el diseño de sistemas computacionales que emulen razonamientos de aplicación específica. La biología puede aprovechar la vida artificial *wet* para la experimentación in-vitro de procesos prebióticos, o puede hacer uso de la vida artificial *hard* para construir biosferas artificiales, como el proyecto Biosfera 2 a través del que se intenta comprender el entramado de interacciones en un ecosistema. De la misma manera, es posible citar ejemplos desde la química, la física, la matemática e incluso desde las ciencias sociales. Por ejemplo, la administración puede soportarse en la vida artificial *soft* para comprender los comportamientos y las dinámicas emergentes y auto-organizadas (cooperación, actuación conjunta, procesos de cambio, entre otros) que en el sistema real son detectables pero difícilmente comprensibles dada la diversidad que caracteriza a las organizaciones. La vida artificial *hard* le permite a la administración crear sociedades artificiales con amplios grados de libertad (experimentación). La vida artificial *wet* le permite el diseño de entramados teóricos (teorización) que faciliten un mejor estudio de la evolución; y en general, de la vida de las organizaciones.

La vida artificial amplía el espacio de posibilidades de la administración para el estudio de las organizaciones empresariales y le permite aprovechar la no linealidad que las caracteriza. No obstante, los acercamientos de la administración a la vida artificial han sido incipientes y los resultados de investigaciones en organizaciones empresariales como sistemas de vida artificial han llegado a través, principalmente, de la ingeniería, aspecto que llama la atención ya que las organizaciones empresariales son el objeto de estudio de la administración y no de otras disciplinas. La ausencia de investigación en organizaciones como sistemas de vida artificial obedece principalmente al desconocimiento de la temática por parte de las escuelas, facultades, o programas de administración; así como, por la búsqueda de resultados inmediatos por parte del sector empresarial.

A diferencia de la administración, otras disciplinas de las ciencias sociales como la economía, la ciencia política, la sociología, e incluso la psicología han realizado importantes avances al respecto, y las aplicaciones en vida artificial han presentado un crecimiento sostenido (Kim y Cho, 2006).

El punto de partida para la construcción de modelos en vida artificial es el reconocimiento de que los sistemas complejos se caracterizan por tener una gran cantidad de componentes relativamente simples organizados en diferentes niveles

que conforman estructuras jerárquicas dinámicas, y que ganan complejidad en la medida en que aumenta el nivel (modelación *bottom-up*). Por ejemplo, en los sistemas biológicos los átomos configuran células que permiten la generación de tejidos que a su vez conforman órganos y organismos. Los organismos configuran poblaciones, comunidades, ecosistemas y la biosfera.

La arquitectura de un modelo de vida artificial se caracteriza por conjuntos relativamente simples de componentes que generan comportamientos y estructuras a escala global. Las principales características de la arquitectura de un modelo de vida artificial son, según Llachinski (2001):

- Conjuntos de componentes relativamente simples.
- Ningún componente determina el comportamiento del sistema.
- Los componentes actúan en información puramente local sin la referencia de patrones externos.
- Ausencia de reglas, controles, controladores *top-down* que determinen el comportamiento del sistema.
- El comportamiento global del sistema resulta de las interacciones no lineales entre los componentes que lo integran.

La simulación de vida artificial no es un campo de trabajo homogéneo. Por el contrario, la multiplicidad de escalas que puede abordar (por ejemplo: átomos, moléculas, órganos, organismos, etc.), la variedad de métodos de síntesis (software, hardware, wetware), la inter/tras y multidisciplinariedad que la caracteriza (ingeniería, biología, ciencias sociales, entre otras), así como la pluralidad de objetivos a lograr (comprensión predicción, construcción de sistemas, etc.) hacen que el espacio de posibilidades para la investigación sea de tal amplitud que lo único que existe en común entre los investigadores de vida artificial son las características de la arquitectura de modelación, y el interés por comprender sistemas que exhiben características o comportamientos propios de lo vivo. En consecuencia, en la simulación de vida artificial no es posible identificar herramientas o prácticas transversales a las diferentes áreas de interés.

No obstante las grandes bondades que ofrece la simulación a través de vida artificial, ésta presenta amplios problemas o mejor aún retos para la investigación. Bedau M. y otros (2000) han identificado catorce problemas que deben ser considerados en los procesos de simulación en vida artificial. Los problemas no son independientes entre sí, y algunos abarcan completamente a los otros. Uno de los problemas transversales de la vida artificial es explicar la emergencia de vida y/o

surgimiento de nuevo orden a partir de la interacción entre los componentes. Este problema es visible en las distintas esferas de conocimiento. Por ejemplo, en las ciencias cognitivas comprender como emergen las capacidades cognitivas a partir de la interacción entre neuronas; en la biología explicar el surgimiento de proto-organismos moleculares in vitro; o en administración explicar cómo emergen las actuaciones conjuntas a partir de la interacción entre personas caracterizadas por la diversidad.

3. Aspectos teóricos conceptuales

Las actuaciones conjuntas que emergen en las organizaciones empresariales generan cambios que promueven la evolución del sistema. Los cambios se manifiestan en los comportamientos que se exhibe la organización. El desarrollo de un nuevo producto, el establecimiento de alianzas, las fusiones, la apertura de nuevos canales de distribución, el cambio de negocio, la ampliación de la capacidad de producción, son algunos ejemplos de actuación conjunta y del cambio que esta genera.

Las actuaciones conjuntas generan cambios que pueden ser continuos o súbitos. Los cambios continuos son frecuentes, números y promueven la mejora del sistema. Los cambios súbitos son pocos, esporádicos, y mueven a la organización a estados totalmente distintos a los iniciales. Una vez surgen los cambios súbitos estimulan el rápido y drástico desarrollo de transformaciones en diversas direcciones cuya variación va siendo con el tiempo más modesta o de menor impacto.

En los sistemas sociales y, en particular, en las organizaciones empresariales, los cambios continuos son permanentes, y se reflejan en el día a día de la organización. Los cambios en la conformación de los equipos, en los procesos de comunicación, el diseño de nuevos productos, el mejoramiento continuo, la renovación tecnológica, entre otros, son ejemplos de este tipo de cambio. Los cambios súbitos, por su parte, hacen que el sistema se mueva a estados totalmente distintos a los iniciales. Estos cambios se presentan después de largos periodos de aparente estabilidad; y en consecuencia para su identificación es necesario estudiar la evolución de las organizaciones en largas series de tiempo. Algunos ejemplos de cambios súbitos son: a) American Express, nace en 1850 como un negocio regional de paquetes postales; sin embargo, por diversas razones en el año 1892 se convierte en una compañía financiera, y en 1912 los viajes y el turismo se constituyen en el segundo negocio más importante de la organización, b) Playmobil nace en 1876 y se dedica a la producción de artículos ornamentales; en 1921 pasó a fabricar productos metálicos, y desde 1954 se dedica a la producción de juguetes de plástico.

Los cambios súbitos y continuos marcan la evolución del sistema en distintas vías. Los cambios súbitos representan rupturas que hacen que el sistema se mueva a estados diferentes a los iniciales, y los cambios continuos representan transformaciones pequeñas y/o radicales que mueven al sistema conservando los rasgos que garantizaron el éxito de la adaptación. La coexistencia de cambios súbitos y continuos en las organizaciones empresariales evidencia que el sistema no responde a la distribución normal o a la ley de los grandes números; sino que actúa de manera similar a las leyes de potencia o a los sistemas de criticalidad auto-organizada.

La criticalidad auto-organizada, desarrollada por los físicos Bak, Tang y Wiesenfeld (1988) es la propiedad de los sistemas complejos de alcanzar un punto crítico a través del que pueden experimentar cambios del tipo avalancha. Los cambios obtenidos son de diversa intensidad y obedecen a leyes de potencia en los que la magnitud es inversamente proporcional a la frecuencia. Las leyes de potencia son propias de los sistemas caracterizados por la interdependencia e interacción entre los agentes que los componen. Cuando hay independencia entre los agentes, los fenómenos presentan distribuciones normales o con tendencia a la normal (West y Deering, 1995).

La criticalidad auto-organizada y las leyes de potencia se constituyen en la regla que describe una amplia variedad de fenómenos sociales caracterizados por la interacción entre los agentes. Las investigaciones que demuestran el predominio de las leyes de potencia en los sistemas sociales y, de manera particular, en las organizaciones empresariales son amplias y contundentes. Andriani y McKelvey (2009; 2011) identifican más de 100 clases de leyes de potencia que se presentan en las organizaciones empresariales; Ramos, Sassi y Piqueira (2011) demuestran que el comportamiento humano responde a estas leyes, y Cook, Ormerod y Cooper (2004) evidencian que las leyes de potencia son propios de los fenómenos cooperativos entre grupos de agentes en interacción.

Ignorar que el comportamiento organizacional responde a las leyes de potencia, y en su defecto aplicar distribuciones normales o métodos cuantitativos relacionados que analicen el promedio de los eventos, genera conclusiones falsas. Los comportamientos de las organizaciones empresariales se caracterizan por frecuentes cambios continuos y esporádicos cambios súbitos. Sin embargo, son los cambios súbitos los responsables de las más rápidas y devastadoras transformaciones en cuanto a magnitud, y diferentes en cuanto a espacio. Una vez surgen, estas drásticas transformaciones, estimulan el desarrollo de otras transformaciones en diversas direcciones, cuya variación va siendo con el tiempo más modesta o de menor impacto, es decir, estimulan el desarrollo de cambios continuos. Esto, a pesar del énfasis que en diversas investigaciones organizacionales se ha dado a la distribución normal, y a los métodos cuantitativos relacionados. Cuando los investigadores ignoran

las leyes de potencia y aplican la distribución normal o la ley de los grandes números para el análisis de datos corren amplios riesgos de generar conclusiones falsas porque lo más importante para los directores son los extremos y no el promedio (Andriani y McKelvey, 2009).

Los sistemas de criticalidad auto-organizada y las leyes de potencia que caracterizan a las organizaciones empresariales ponen de manifiesto que la actuación conjunta surge a partir de la interacción no causal entre las personas en ausencia de sistemas de control. Es decir, la actuación conjunta surge en sistemas auto-organizados.

La auto-organización ha sido comprendida como la emergencia espontánea de comportamientos colectivos a partir de la interacción entre los agentes (Di Marzo Serugendo, Gleizes y Karageorgos, 2011), (Kauffman, 1995), (Bonabeau, Theraulaz, Deneubourg, Aron, & Camazine, 1997). El surgimiento de nuevo orden hace que el sistema permanentemente gane información, aleatoriedad, o incremente la complejidad; tres formas distintas de referirse al mismo tema.

La auto-organización se constituye en una alternativa, distinta a los sistemas de control jerárquico, para el estudio y comprensión de la actuación conjunta en las organizaciones empresariales. El aumento de aleatoriedad que genera los sistemas auto-organizados me permite plantear que la actuación conjunta que estos generan se caracteriza por mayores niveles de robustez/flexibilidad, así como por menores impactos negativos al medio ambiente y a la sociedad.

La auto-organización en una característica de los sistemas complejos y puntualmente de los sistemas de complejidad creciente. A la fecha, existe una amplia pluralidad de perspectivas teóricas que buscan comprender los sistemas complejos y la auto-organización (Espinosa y Porter, 2011). Las diferentes propuestas han provenido de distintas disciplinas, desde las que se estudia una gran variedad de sistemas como el cerebro, la biosfera, el internet, las colonias de insectos, la sociedad, las organizaciones empresariales, entre otros. La presente investigación agrupa las teorías de los sistemas complejos que han sido consideradas en el estudio de los sistemas sociales humanos en tres amplias categorías: cibernética organizacional, ciencias de la complejidad y sistemas adaptativos complejos (CAS).

La cibernética organizacional cuenta con el Modelo de Sistema Viable (MSV) desarrollado por Beer (1981). El MSV se encuentra organizado en sub-organizaciones tipo redes que interactúan a distintos niveles de organización recursiva. La recursividad hace referencia a sistemas viables anidados dentro de otros sistemas viables, es decir, la recursividad es la forma como se especifica un proceso basado en su propia definición. Las ciencias de la complejidad se orientan al estudio y la comprensión de fenómenos caracterizados por turbulencias, fluctuaciones e

inestabilidades en los que el orden se rompe a través de cambios súbitos dando lugar a nuevas formas, momentos y comportamientos. El plural de la expresión ciencias de la complejidad obedece a que son varias las ciencias, teorías y modelos que se enmarcan dentro de estas: termodinámica del no equilibrio, redes booleanas y modelo NK, teoría del caos, teoría de catástrofes, ciencia de redes, y vida artificial. Los sistemas adaptativos complejos (CAS) se orientan al estudio de los sistemas en los que el comportamiento global depende más de las interacciones entre las partes que de las acciones (Gell-Mann, 1994; Holland J. H., 1992). Los CAS se encuentran compuestos por agentes en interacción descritos en términos de reglas que cambian (se adaptan) en la medida en que el sistema acumula experiencia. La coherencia y persistencia de estos sistemas depende de las múltiples interacciones entre las partes, de la agregación de los diversos elementos, así como de la capacidad de adaptación o aprendizaje (Holland J. H., 1995).

La cibernética organizacional, los CAS, y las ciencias de la complejidad coinciden en la no linealidad de los sistemas complejos, al igual que en su capacidad evolutiva; sin embargo, difieren en la forma de estudiar la no linealidad, de comprender la evolución del sistema y del campo de interés en el que centran la atención. Esto hace que cada corriente explique la auto-organización de forma distinta pero complementaria.

Las ciencias de la complejidad y los CAS estudian la no linealidad desde la dinámica del sistema; es decir, enfatizan en la emergencia de nuevos estados, sin desconocer la importancia de los factores que subyacen a la no linealidad. La cibernética organizacional estudia la no linealidad desde el punto de vista estructural; es decir, se enfoca en la composición del sistema, aunque reconoce la emergencia de propiedades dinámicas. La cibernética organizacional y los CAS comprenden la evolución a partir de cambios continuos en los que las condiciones que garantizaron el "éxito" de la adaptación se conservan y mejoran a través del tiempo. Las ciencias de la complejidad enfocan la evolución del sistema a partir de cambios súbitos que marcan rupturas con respecto a las condiciones previas. El campo interés de la cibernética organizacional es la viabilidad del sistema referida a la capacidad de la organización de mantener su identidad; y por tanto, sobrevivir en la medida que se adapta a la condiciones cambiantes del entorno. La cibernética comprende el sistema como conjuntos de sub-organizaciones tipo redes que interactúan a distintos niveles de organización recursiva. Los CAS y las ciencias de la complejidad comprenden el sistema como conjuntos de redes y su campo de estudio son las redes en interacción con otras redes, en las que, y particularmente para las ciencias de la complejidad, no se busca la viabilidad o supervivencia del sistema, sino el avance de la organización a través de espacio de posibilidades.

A partir de la revisión teórica en ciencias de la complejidad, CAS y cibernética organizacional es posible identificar algunos de los rasgos de los sistemas auto-

organizados. Mi interés no es generar un listado de características sino enfatizar algunos de los rasgos que consideramos relevantes para explicar la auto-organización de un sistema.

Los sistemas auto-organizados hacen referencia al surgimiento de comportamientos colectivos a partir de la interacción no causal entre agentes adaptativos más que racionales u orientados a la optimización. Los comportamientos colectivos que emergen generan cambios súbitos y continuos que mueven al sistema a situaciones que difieren de las iniciales. Los cambios súbitos son transformaciones radicales que rompen patrones de comportamiento. Los cambios continuos son transformaciones que a través de procesos de mejoramiento permiten al sistema adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno.

Los sistemas auto-organizados se organizan en redes complejas caracterizadas por la ausencia de uno o varios controladores centrales (Beer, 1981; Kauffman, 1995; Watts, 2006). Los patrones de comportamiento en los sistemas auto-organizados surgen a partir de la interacción no causal entre los agentes que componen el sistema.

Los sistemas auto-organizados se orientan a garantizar la organización del sistema; es decir a permitir el surgimiento de nuevo orden (nuevos comportamientos) que se ajusten a las condiciones cambiantes del entorno (Beer, 1981; Kauffman, 1995; Gell-Mann, 1994). La búsqueda de nuevo orden implica que la organización es libre y autónoma para navegar por espacios de posibilidades sean o no económicos.

La interacción no causal entre los agentes y su organización a través de redes hace que los sistemas auto-organizados no solo evolucionan sino que coevolucionan con otros y con los cambios del entorno. La coevolución es el resultado de la influencia recíproca que surge como resultado de las interacciones entre los agentes, lo que les otorga la capacidad de modificarse, modificar el ambiente en el que se encuentran y adaptarse a las modificaciones del entorno (Kauffman S. A., 1995). En la coevolución, cada agente se adapta a su ambiente reconociendo que el ajuste individual depende de la escogencia que otros agentes han realizado (Holland J. H., 1995).

La coevolución facilita el surgimiento de comportamientos cooperativos. Los sistemas auto-organizados evolucionan y coevolucionan con base en principios de cooperación (Gould S. J., 2010; Axelrod, 2006). La cooperación surge de los continuos encuentros entre las partes, y es una condición natural de los sistemas vivos.

La capacidad de influir y ser influidos por los demás que caracteriza a los sistemas auto-organizados genera restricciones que pueden ser comprendidas como las tensiones o barreras que surgen de la interacción entre los agentes. Las

restricciones conducen a que el sistema incremente la diversidad a través de mecanismos que buscan superar las barreras existentes creando nuevas reglas al sistema y, por tanto, elevando la complejidad del mismo. A medida que se incrementa la variedad de sistema se aumenta la capacidad de absorber la variabilidad del entorno (Ahsby, 1960). Las restricciones son las que facilitan en mayor medida el surgimiento de nuevo orden dado que facilitan la emergencia de la organización propagativa (Kauffman S., 2000). Los límites, como fueron denominados por Ashby, surgen a partir de procesos de auto-regulación que transforman la variedad existente, y permiten que el sistema conserve su organización; es decir se auto-organice.

La presencia de restricciones, tensiones o barreras en los sistemas auto-organizados genera costos o consecuencias para la organización y para el entorno. Es decir, bien la auto-organización se genera entre agentes autónomos esta no es gratuita. Las restricciones tienen implicaciones que afectan el comportamiento del sistema. Este fenómeno ha sido denominado por Prigogine (1997) como “orden a parir del desorden”.

4. Resultados

El modelo de auto-organización propuesto busca explicar la emergencia de actuaciones conjuntas en las organizaciones empresariales. El modelo se soporta en las propuestas y planteamientos que en auto-organización han sido realizados en las ciencias de la complejidad, los sistemas adaptativos complejos (CAS) y la cibernética organizacional. La arquitectura del modelo sigue las características propias de vida la artificial *wet*, y se fundamenta en entramados teóricos que se orientan a un mejor estudio de la evolución; y en general, de la “vida” de las organizaciones empresariales.

En el modelo las actuaciones conjuntas hacen referencia a las acciones desarrolladas por un colectivo que generan cambios súbitos y/o continuos; y en consecuencia deben ser estudiadas a partir de leyes de potencia y sistemas de criticalidad auto-organizada. Las actuaciones conjuntas son plausibles pero no infalibles y, por tanto, son revocables en la medida en que el sistema gana información. La actuación conjunta no implica la construcción de consenso porque limitaría la exploración del espacio de posibilidades, se trata de decisiones emergentes a partir de la interacción y tensión entre las partes.

En la presente investigación, el término “colectivo” hace referencia a conjuntos de personas (dos o más individuos) que trabajan en la misma organización o presentan algún interés en la organización (proveedores, clientes, empleados, etc.). Los colectivos se caracterizan por la diversidad y los lazos de interacción entre los miembros, lo que les otorga la capacidad de actuar de manera conjunta. Con la expresión “colectivo” se incluye de manera amplia las diversas formas de clasificación de las empresas: según el tamaño, la naturaleza jurídica, la actividad económica y el

ámbito geográfico en el que opera. Es decir, el modelo de auto-organización que se propone es aplicable a los diferentes tipos de organización empresarial.

La tesis que defiende el presente modelo es que en las organizaciones empresariales la actuación conjunta emerge a partir de la interacción entre las personas. Ya sea por falta de información, por la presión de los demás, porque buscamos satisfacer nuestros intereses, maximizar los beneficios o porque intentamos coordinar nuestros intereses comunes; los seres humanos lógicamente, inevitablemente, y a menudo de manera inconsciente, nos fijamos en los demás cuando tomamos todo tipo de decisiones (Watts, 2006).

El modelo identifica dos dimensiones para el surgimiento de actuaciones conjuntas: los sistemas *bottom-up* y la toma de decisiones “tan rápido como es posible”. Las dos dimensiones actúan de manera interrelacionada y facilitan el proceso de auto-organización.

Los mecanismos *bottom-up* de la vida artificial no son equivalentes al esquema de administración de abajo-arriba. Una organización que funciona de abajo a arriba es aquella en que las decisiones se toman en los niveles inferiores del sistema. Los altos directivos dan pocas órdenes e instrucciones y sirven de patrocinadores de los empleados de primera línea. El principio operativo es la autonomía y no la interacción. Las organizaciones abajo-arriba tienen una forma plana y horizontal; usualmente, tienen tres o cuatro capas de administración entre la alta dirección y la línea frontal.

Los sistemas *bottom-up* de la vida artificial son conocidos como sistemas basados en agentes o en individuos y se caracterizan porque el comportamiento global surge a partir de las interacciones entre las partes (agentes, individuos) quienes toman decisiones basadas en información puramente local y tienen su propio espacio de posibilidades. El *bottom-up* de las organizaciones empresariales se caracteriza por la emergencia de espacios de posibilidades a partir de la interacción entre los individuos. Los espacios de posibilidades son espacios de la imaginación (no son espacios reales). Las posibilidades son alternativas (de solución, de oportunidad, ideas, etc.) que están al alcance de la organización y emergen en ausencia de control jerárquico que estandarice, homogenice, defina o restrinja la acción de los individuos. Los espacios de posibilidades no son agregados de posibilidades individuales. Son resultado de la interacción entre individuos diversos y autónomos.

Los espacios de posibilidades surgen de los problemas, desafíos y retos que emergen cuando se aprovecha la complejidad del entorno. Se encuentran conformados por individuos en interacción que independientemente de la actividad que desarrollan generan nueva información a través de las alternativas planteadas a los problemas, retos y desafíos que atienden. Las personas que participan en un determinado espacio de posibilidades interactúan no solo con los de su espacio sino

con personas de otros espacios de posibilidades. En la mayoría de los casos, un amplio porcentaje de la actividad para el abordaje de una situación (por ejemplo, la solución de un problema) se lleva a cabo en un solo espacio de posibilidades. Sin embargo, e incluso en problemas rutinarios, se hace necesario buscar información y recursos relevantes en otros espacios de posibilidades. Cuando los individuos resuelven problemas compensan su conocimiento limitado intercambiando información (consejos, experiencia, etc.) con otros individuos de la misma organización (Watts, 2006). Los individuos generan información que comparten a través de procesos de interacción con otros individuos del mismo y de otros espacios de posibilidades. Los espacios de posibilidades no son permanentes; estos pueden desaparecer cuando se genera una alternativa ganadora o cuando las personas de la organización pierdan el interés de participar en este.

La interacción entre los individuos en los espacios de posibilidades se presenta a través de redes de afiliación. En una red de afiliación los individuos están conectados si participan en el mismo grupo o contexto. En ausencia de afiliación, las probabilidades de interacción se disminuyen. La afiliación en espacios posibilidades hace que todos los individuos sean considerados iguales. Es decir, desaparece la distinción entre cargos del nivel operativo, táctico, estratégico u otras divisiones propias de la administración tradicional.

La segunda dimensión del modelo “toma de decisiones tan rápido como sea posible” hace referencia al juego de lo posible que consiste en aprovechar lo que se tiene a la mano, en usarlo, reusarlo, ajustarlo con lo disponible, reacomodarlo o dejarlo, y nunca esperar para usarlo en el futuro (Maldonado, 2011), es decir, es aprovechar el espacio de posibilidades a través de la toma de decisiones “tan rápido como le es posible”. La toma de decisiones tan rápido como puede, significa que la tasa de generación de cambios no puede ser demasiado rápida porque conduce a superar la capacidad de absorción del sistema. Por ejemplo, el lanzamiento permanente de productos novedosos hace que el mercado no logre capturar, aprovechar o valorar las funcionalidades de que dispone porque aún está tratando de asimilar las del producto anterior; esta situación puede mantener a la organización en el caos y generar su desaparición. No obstante, iguales consecuencias se pueden producir si la tasa de generación de cambios es demasiado lenta ya que el sistema queda estático y es superado por organizaciones con mayor dinamismo. La evolución de la organización no se da en estados caóticos pero tampoco en estados estables, la evolución surge, tal como lo plantea Kauffman (1995) al borde del caos.

La toma de decisiones tan rápido como sea posible incrementa los grados de libertad del sistema lo que redundo en mayores posibilidades y surgimiento de novedades no proporcionales a los cambios introducidos. La evolución de la organización a través del adyacente posible implica que esta jamás terminará de explorar todas las posibles alternativas. La toma de decisiones “tan rápido como sea

posible” se favorece en la medida en que la organización opera en ausencia de sistemas de control jerárquico que definan y limiten la actuación individual.

El *bottom-up* y la toma de decisiones “tan rápido como sea posible” pierden relevancia en ambientes en donde el cambio es lento y predecible. En los entornos de baja complejidad las organizaciones disponen del tiempo para desarrollar por separado las actividades del ciclo planificación, diseño y producción. La planificación les permite especificar estrategias, rutinas, actividades, etc., que son incorporadas a través de procesos de aprendizaje para posteriormente ser implementadas en la producción. Pero en la medida en que la velocidad del cambio se acelera, las organizaciones deben incrementar la capacidad de aprovechar la complejidad creciente del entorno que se manifiesta en grandes avalanchas de información (que saturan las estructuras jerárquicas) y en la continua aparición de problemas, retos y, en general, de situaciones por resolver.

El *bottom-up* y la toma de decisiones “tan rápido como sea posible” permiten afirmar que las actuaciones conjuntas en las organizaciones empresariales surgen siempre que exista un grupo de personas susceptibles de adoptar las ideas que se encuentren relacionadas. Este concepto es conocido como agrupamiento percolante vulnerable y ha sido ampliamente estudiado en la ciencia de redes. La interacción de personas a través de espacios de posibilidades facilita la emergencia de una gran cantidad de alternativas (de solución, de oportunidad, ideas, etc). Las alternativas pueden presentar dos situaciones: o bien se convierten en la alternativa ganadora y, en consecuencia, en la actuación conjunta, o bien no son consideradas. Para que una alternativa se convierta en actuación conjunta esta debe llegar a una persona que pertenezca al agrupamiento percolante vulnerable; es decir a una persona vulnerable de aceptar la idea y que se encuentre relacionada con otra u otras personas vulnerables que también se encuentren relacionadas, y así sucesivamente.

Que una alternativa se convierta en la alternativa ganadora y en consecuencia en la actuación conjunta tiene muy poco que ver con las características reales de la alternativa (precio, calidad, beneficios, etc.) e incluso con la persona o la centralidad de quien la propone. Es la conectividad del agrupamiento percolante vulnerable al que se haya conectado el(los) individuo(s) que defiende(n) la alternativa, lo que en realidad impulsa la actuación conjunta. Evidencia de esto se encuentra, por ejemplo, en los aplausos que se dan al final de una obra de teatro. En medio de desordenados aplausos del público, de repente, todos aplaudimos de manera sincronizada. Sin embargo, si nos preguntaran cómo conseguimos sincronizarnos, no podríamos identificar quién fue el centro o quién lideró el inicio de los mismos. En lugar de ser los dirigentes quienes determinan los acontecimientos, son los acontecimientos los que determinan quienes habrán de aparecer finalmente como líderes (Watts, 2006).

5. Conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación.

Las actuaciones conjuntas en las organizaciones empresariales pueden surgir en sistemas caracterizados por el control jerárquico, y el enfoque financiero y rentabilista; o pueden surgir en sistemas auto-organizados. Los primeros explican la inflexibilidad, fragilidad y lentitud de las empresas para responder a las condiciones cambiantes del entorno, así como las externalidades negativas generadas tanto al medio ambiente como a la sociedad. Los segundos pueden disminuir la probabilidad de falla, permiten continuar operando a pesar de las condiciones cambiantes del entorno y de los colapsos del sistema; al igual que fortalecen los lazos de la organización con la naturaleza y la sociedad.

En las organizaciones empresariales como sistemas auto-organizados la actuación conjunta surge a partir de la interacción adaptativa entre las personas. Sin la intervención de controladores (líder, estratega), estructuras jerárquicas, o de mecanismos tendientes a estandarizar el comportamiento individual en favor de unas determinadas formas de actuación (políticas, valores, principios, etc.).

Los sistemas auto-organizados se organizan en redes en las que no existe distinción entre cargos de nivel operativo, táctico o estratégico. Todas las personas son consideradas iguales y tienen autonomía para proponer alternativas (de solución, de oportunidad, ideas, etc). Sin embargo para que una alternativa se convierta en la actuación conjunta; es decir, sea aceptada y desarrollada por un colectivo, requiere que llegue a una persona susceptible de adoptar la idea y que encuentre relacionada con otra u otras que adopten la idea y que se encuentren relacionadas con otras personas vulnerables, y así sucesivamente. Es decir, la conectividad de la organización es fundamental para la emergencia de actuaciones conjuntas.

Las actuaciones conjuntas que emergen en sistemas auto-organizados no implican consenso (no todas las personas pertenecen al agrupamiento percolante vulnerable), y en consecuencia son temporales; permanente surgen nuevas alternativas que pueden promover actuaciones conjuntas y mueven a la organización a estados distintos a los iniciales. El dinamismo de las actuaciones conjuntas incrementa permanentemente la complejidad de la organización, lo que hace que estas sean catalogadas como sistemas de complejidad creciente.

La modelación de sistemas complejos con características adaptativas se ha realizado a través de las propuestas provenientes de la vida artificial por la dificultad de solución matemática que presentan. Los modelos de vida artificial son en esencia incompletos, indecibles, abiertos, inacabados, y notablemente caracterizados por la incertidumbre. La incompletitud, en el sentido del teorema de Gödel, hace referencia al reconocimiento de que la verdad no se encuentra ni se define a partir del modelo propuesto. La "indecibilidad", en el sentido acuñado por Turing, pone de manifiesto la imposibilidad de definir un algoritmo que describa el proceso de complejización de un

fenómeno. Son abiertos porque permanentemente intercambian información con el entorno lo que incrementa su complejidad. Son inacabados porque la evolución y coevolución hacen que siempre avancen a través de espacios de posibilidades. Y se encuentran cargados de incertidumbre porque no es posible conocer todos los detalles del mundo para poder experimentar con este.

Estas características permiten afirmar que lo mejor que se puede hacer para “confirmar la veracidad” del modelo propuesto es “correr el programa”; es decir, permitir que el modelo empiece a andar. Existen dos alternativas para “correr el programa”; la computación bio-inspirada y la aplicación del modelo en un grupo de organizaciones piloto, cada una con amplias bondades y restricciones. Es precisamente esta la línea de investigación en la que se enmarca el modelo propuesto. En un futuro próximo se espera presentar los resultados que confirmen la veracidad o no del modelo de auto-organización desarrollado.

6. Bibliografía

ACKTOUF, O. (2001). La estrategia del avestruz racional: postglobalización, economía y organizaciones. Cali: Universidad del Valle.

AHSBY, W. (1960). Design for a brain: the origin of adaptive behaviour. Springer Science .

ALBERTS, D. S., & Nissen, M. E. (2009). Toward Harmonizing Command and Control with Organization and Management Theory. *International C2 Journal*, 3(2), 1-69.

ANDRIANI, P., & McKelvey, B. (2009). From Gaussian to Paretian Thinking: Causes and Implications of Power Laws in Organizations. *Organization Science*, 20(6), 1053-1071.

ANDRIANI, P., & McKelvey, B. (2011). From Skew Distributions to Power-law Science. In P. Allen, S. Maguire, & B. McKelvey, *The Sage Handbook of Complexity and Management* (pp. 254-273). London: SAGE Publications Ltd.

AXELROD, R. (1997). *The complexity of cooperation: Agent-based models of competition and collaboration*. Princeton: Princeton University Press.

AXELROD, R. (2006). *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books.

AXELROD, R., & Cohen, M. (2000). *Harnessing Complexity*. United States of America: Basic Books.

BAK, P., Tang, C., & Wiesenfeld, K. (1988). Self-organized criticality. *Physical Review*, 38(1), 364-373.

BEDAU, M. A. (2009). Living technology today and tomorrow. *Technoetic Arts: A Journal of Speculative Research*, 7(2), 199-206.

BEDAU, M., McCaskill, J., Packard, N., & Rasmussen, S. (2010). Living Technology: Exploiting Life's Principles in Technology. *Artificial Life*, 16(1), 89-97.

BEDAU, M., McCaskill, J., Packard, N., Rasmussen, S., Adami, C., Green, D., . . . Ray, T. (2000). Open Problems in Artificial Life. *Artificial Life*, 363-376.

BEER, S. (1981). *Brain of the Firm* (Segunda ed.). New York: Wiley.

BOHÓRQUEZ, L. (2010). Estudio del impacto de la certificación ISO 9001:2000 en la competitividad país. *Revista Ingeniería*, 15(1), 22-34.

BONABEAU, E., Theraulaz, G., Deneubourg, J. L., Aron, S., & Camazine, S. (1997). Self-organization in social insects. *Trends in Ecology and Evolution*, 12(5), 188-193.

CAMAZINE, S., Deneubourg, J., Franks, N., Sneyd, J., Theraulaz, G., & Bonabeau, E. (2003). *Sel-organization in biological system*. United Kingdom: Pricenton University Press.

CHANLAT, A. (1995). Carta a Richard Dèry: occidente enfermo de sus dirigentes. *Cuadernos de administraciòn*(20).

CHANLAT, A. (2002). *Ciencias sociales y administraciòn: en defensa de una antropología general*. Cali: Universidad EAFIT.

COOK, W., Ormerod, E., & Cooper. (2004). Scaling behaviour in the number of criminal acts committed by individuals. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment (JSTAT)*(7), P07003.

DI MARZO SERUGENDO, G., Gleizes, M.-P., & Karageorgos, A. (2011). *Self-organising Software: From natural to Artificial Adaptation* (Primera edición ed.). Springer.

DIMARA, E., Skuras, D., Tsekouras, K., & Goutsos, S. (2004). Strategic orientation and financial performance of firms implementing ISO 9000. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21(1), 72-89.

ESPINOSA, A., & Porter, T. (2011). Sustainability, complexity and learning: insights from complex systems approaches. *Learning Organization*, 18, 54 – 72.

GELL-MANN, M. (1994). Complex adaptive systems. In G. A. Cowan, D. Pines, & D. Meltzer, *Complexity: Metaphors, Models and Reality* (pp. 17-45). Mexico: Addison-Wesley.

GEORGEUSCU-ROEGEN, N. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico*. (L. Gutierrez Andrés, & M. López Paños, Trans.) Madrid: Fundación Argentinaria.

GOULD, S. J. (2010). *La estructura de la teoría de la evolución* (3 ed.). (T. Editores, Ed.) Barcelona: Metatemás.

HAMEL, G. (2001). *Liderando la revolución*. Bogotá: Editorial Norma.

HELIN, S., Jensen, T., Sandström, J., & Clegg, S. (2011). On the dark side of codes: Domination not enlightenment. *Scandinavian Journal of Management* , 24-33.

HOLLAND, J. H. (1992). Complex adaptive systems. *A New Era in Computation*, 121(1), 17-30.

HOLLAND, J. H. (1995). *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*.

ILACHINSKI, A. (2001). *Celular Automata: A Discrete Universe*. Singapore: World Scientific.

JENSEN, M. C. (1993). The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems. *Journal of Finance*, 48(3), 831-880.

JENSEN, M. C. (2010). The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control Systems. *Journal of Applied Corporate Finance*, 22(1), 43-58.

KAUFFMAN, S. (2000). *Investigations*. Oxford: Oxford University Press.

KAUFFMAN, S. A. (1995). *At home in the universe: the search for laws of self-organization and complexity*. Oxford University Press US.

KAZILIUNAS, A. (2010). Impacts of different factors on the implementation of quality management systems and performance outcomes. *Current Issues of Business & Law*, 575-592.

KIM, K., & Cho, S. (2006). A Comprehensive Overview of the Applications of Artificial Life. *Artificial Life*, 12(1), 153-182.

LAIHONEN, H. (2006). Knowledge flows in self-organizing processes. (Kempston, Ed.) *Journal of Knowledge Management*, 10(4), 127-135.

MALDONADO, C. (2011). *La biología de lo posible*.

MINTZBERG, H. (1994). The Fall and Rise of Strategic Planning. *HARVARD BUSINESS REVIEW*, 72(1), 107-114.

ORMEROD, P. (1997). *The death of economics*. New York: John Wiley & Sons.

PASSET, R. (1996). *Principios de bioeconomía*. Madrid: Fundación Argentaria.

PFEFER, J. (2000). *Nuevos rumbos en la teoría de la organización*. Mexico: Oxford.

PRAHALAD, C., & Hamel, G. (1994). Strategy as a field of study: Why search for a new paradigm? *Strategic Management*, 15, 5-16.

PRIGOGINE, L. (1997). *El fin de las certidumbres*. España: Santillana S.A. Taurus.

RAMOS, R., Sassi, R., & Piqueira, J. (2011). Self-organized criticality and the predictability of human behavior. *New Ideas in Psychology*, 29(1), 38-48.

ROWBOTHAM, M. (2009). *The Grip of the Death: A study of modern money, debt slavery and destructive economics*. England: The Cromwell Press group, Trowbridge.

SCHULMAN, P. (2011). Problems in the organization of organization theory: An essay in honour of Todd Laporte. *Journal of contingencies and crisis management*, 19(1), 43-50.

STANSBURY, J., & Barry, B. (2007). Ethics programs an the paradox of control. *Business Ethics Quarterly*, 17(2), 239-261.

TOCA Torres, C. E. (2007). El mercadeo y su aplicación en ámbitos no lucrativos. *Documentos de administración*, 2-29.

TURNBULL, S. (2002). *A New Way to Govern: Organisations and society after Enron*. London: New Economics Foundation.

WATTS, D. J. (2006). *Seis grados de separación. La ciencia de las redes en la era de acceso*. Barcelona: Paidós, Iberica, S.A.

WEST, B., & Deering., B. (1995). *The Lure of Modern Science: Fractal Thinking*. Singapore.: World Scientific.