

Diseño de un modelo de auto-organización para la solución de las crisis en las organizaciones empresariales¹

Design of a self-organization model for solving crises in business organizations

Desenho de um modelo de auto-organização para a solução de crises nas organizações empresariais.

L. E. Bohórquez

Recibido: diciembre 3 de 2015 - Aceptado: enero 13 de 2017

Resumen— Las crisis empresariales son situaciones previsibles debido al alto nivel de sistemas interdependientes que caracterizan el entorno. La corriente de pensamiento dominante para la gestión empresarial se ha enfocado en prevenir las crisis a partir de la identificación de relaciones causales entre las variables del sistema; sin embargo a la fecha no ha generado los resultados esperados. Las ciencias de la complejidad han planteado que la mejor alternativa para superar las crisis, es la adaptabilidad del sistema a través la auto-organización; sin embargo en el contexto empresarial la investigación se encuentra en etapas tempranas y no existen modelos y/o evidencias empíricas que permitan corroborar la fuerza de estas ideas. El artículo propone el diseño de un modelo para la auto-organización empresarial que permita superar las crisis. La propuesta genera implicaciones respecto a nuevas vías para la gestión de las organizaciones empresariales, y en especial para la solución de las crisis.

Palabras clave— auto-organización, adaptabilidad, complejidad, crisis.

Abstract— Business crises situations are to be expected due to the high level of interdependent systems that characterize the environment. The mainstream of thought for business management has focused on preventing crises from identifying causal relationships between system variables; but to date it has not produced the expected results. The sciences of complexity have proposed that the best alternative to overcome the crisis is the adaptability of the system through self-organization; however, the business context research is in early stages and there are no models and / or empirical evidences to corroborate the strength of these ideas. The article proposes the design of

a model for self-organization business in order to overcome the crisis. The proposal raises implications for new ways of managing business organizations, and especially for the solution of the crisis.

Key words— self-organization, adaptability, complexity, crises.

Resumo— As crises empresariais são situações previsíveis devido ao alto nível de sistemas interdependentes que caracterizam seu ambiente. A corrente de pensamento dominante para a gestão empresarial está enfocada para prevenir as crises a partir da identificação de relações causais entre as variáveis do sistema; entretanto até os dias de hoje não alcançou os resultados esperados. As ciências da complexidade propuseram que a melhor alternativa para superar as crises, é a adaptabilidade do sistema através da auto-organização, entretanto no contexto empresarial a pesquisa se encontra em fase inicial e não existem modelos e/ou evidências empíricas que permitam confirmar a força destas ideias. O artigo propõe o desenho de um modelo para a auto-organização empresarial que permita superar as crises. A proposta gera implicações a respeito de novas vias para a gestão das organizações empresariais especialmente para a solução de crises.

Palavras chave— auto-organização, adaptabilidade, complexidade, crise

Introducción

I. INTRODUCCIÓN

LAS crisis organizacionales, independientemente del sistema (económico, social, financiero, cultural, tecnológico) o escala en la que se manifiesten (mundial, regional, local, sectorial, empresarial), hacen referencia a disrupciones o discontinuidades, difíciles de predecir y controlar, y que pueden presentarse en cualquier lugar y momento [1], todo esto debido al alto nivel de sistemas

¹Producto presentado por el Grupo de Investigación COMPLEXUD, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

L. E. Bohórquez A. Profesor Titular en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá (Colombia); email: lebohorqueza@udistrital.edu.co

interdependientes generados por la globalización y las transformaciones tecnológicas [2].

Las organizaciones empresariales son sistemas sociales humanos caracterizados por altos niveles de interdependencia, lo que hace que continuamente surjan situaciones (perturbaciones) que pueden desencadenar crisis en diferentes niveles de escala. Las crisis son situaciones esperables que siguen comportamientos similares a las distribuciones de leyes de potencia. Es imposible predecir la formación de pequeñas o grandes crisis. La misma perturbación aplicada en diferentes sistemas o en el mismo sistema en diferentes momentos, puede generar respuestas de distintos tamaños [3].

Desde esta perspectiva es posible afirmar que el problema de las crisis en el contexto empresarial no es su presencia, frecuencia o tamaño. El problema es la capacidad del sistema de recuperarse y continuar operando. En consecuencia el estudio de las crisis no puede reducirse a la identificación de causas o la comprensión de relaciones y/o correlaciones entre sistemas, ni debe enfocarse a tratar de predecir/prevenir su aparición; sino que debe abordarse desde un nuevo paradigma de pensamiento que permita comprender las crisis como situaciones que emergen de la interdependencia entre los sistemas, que generan nuevas formas de orden, y de manera amplia permiten aprovechar la complejidad del entorno.

El estudio de las crisis a partir de la identificación de las causas, las relaciones/correlaciones entre sistemas, y el enfoque en la predicción y prevención ha sido característico del pensamiento dominante en gestión de organizaciones humanas. Esta forma de pensamiento parte de la premisa que es posible identificar las reglas que rigen el comportamiento del sistema y a partir de allí establecer pautas de comportamiento o cursos óptimos de acción que garanticen el cumplimiento de objetivos, y de manera amplia que permitan mantener al sistema en equilibrio. Desde esta perspectiva el éxito de un sistema es el efecto generado por una o varias causas, y en consecuencia, los resultados pueden ser estudiados, comprendidos y planeados ex ante.

Las mayores limitaciones de la corriente de pensamiento dominante se encuentran en organizaciones caracterizadas por muchas variables/agentes en interacción, en las que la combinación de opciones coarta la posibilidad de encontrar una alternativa de solución, o hacen cambiar el problema antes que encontrar la solución, de tal forma que las soluciones serán obsoletas y no resuelven la crisis [4].

Las ciencias de la complejidad han planteado que la alternativa para superar las limitaciones y fallas de la corriente de pensamiento dominante es la auto-organización. El concepto de auto-organización ha sido ampliamente utilizado para describir los comportamientos colectivos que exhiben los enjambres, las redes sociales, el tráfico, entre otros sistemas caracterizados por la emergencia de comportamientos/patrones colectivos a partir de la interacción entre los componentes del sistema y en ausencia de controlador que impongan información al sistema [5]. En los sistemas auto-organizados la información circula libremente y sin restricciones entre los agentes, lo que disminuye la probabilidad de falla, y aumenta la capacidad

de recuperarse y continuar operando a pesar de las crisis [6-8].

La auto-organización hace referencia a la emergencia de comportamientos colectivos a partir de la interacción adaptativa entre las partes. Pensar en la auto-organización como alternativa para solucionar las crisis, exige un cambio en de paradigma. La auto-organización implica pensar en discontinuidades, rupturas, movimiento, y de manera amplia sistemas que por su complejidad creciente no son posibles de predecir o de pre especificar de manera completa para encontrar soluciones a los problemas. Las principales evidencias empíricas que demuestran la relevancia de los sistemas auto-organizados para superar las crisis se encuentran en sistemas sociales naturales y sistemas sociales artificiales [9] [6]. En el contexto de los sistemas sociales humanos y particularmente en organizaciones empresariales la investigación se encuentra en etapas tempranas, aunque existen amplias investigaciones que evidencian la importancia de facilitar la interacción entre los empleados [10], promover la heterarquía (liderazgo compartido) [11], y disminuir la estandarización [12-13], como vías para mejorar el desempeño empresarial.

A la fecha existen algunas propuestas que exaltan algunas condiciones necesarias pero no suficientes para la auto-organización del sistema. El modelo de gobernanza en red de [14] rechaza los sistemas de control jerárquico para la toma decisiones y considera en su reemplazo paneles de partes interesadas. El modelo de organizaciones al límite de [15] enfatiza la importancia de la facilidad de interacción entre las personas aunque no presenta ni desarrolla las vías a través de las que una idea o propuesta de acción se convierte en actuación conjunta sin necesidad de un controlador central. La propuesta de [16], enfoca la solución de problemas a partir de procesos ampliamente participativos, pero no explica la auto-organización del sistema.

Este artículo presenta los aspectos conceptuales que soportan el diseño de un modelo para la auto-organización que permita superar las crisis en organizaciones empresariales, aunque podría ser extensivo a otras escalas de sistemas sociales humanos. La propuesta sostiene que la auto-organización del sistema incrementa la capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes del entorno. La adaptación entendida como la habilidad del sistema para cambiar en presencia de la crisis [17], y que se manifiesta en actuaciones conjuntas (acciones desarrolladas por dos o más individuos). En consecuencia las crisis en el modelo a proponer son un mecanismo que estimula la evolución; en otras palabras son el mecanismo que le permite a la organización avanzar a través de espacios de posibilidades. El modelo exalta la importancia de la interacción entre las personas y la ausencia de controlador central (líder, estrategia) que determine el comportamiento del sistema, como fuentes que explican la emergencia de actuaciones conjuntas, y por extensión la capacidad adaptativa de la organización.

El modelo a proponer contrasta con los planteamientos del paradigma dominante de la gestión organizacional para solucionar las crisis. El paradigma dominante enfatiza la necesidad de predicción y determinismo [18] como

principales enfoques para garantizar el cumplimiento de los objetivos. Sin lugar a dudas estos planteamientos son pertinentes y han funcionado en entornos caracterizados por bajas tasas de cambio; pero dejan de dar respuesta en entornos altamente complejos como los generados por la globalización y el desarrollo de las tecnologías de la información, los cuales son los que a la fecha caracterizan el ambiente empresarial.

El modelo se soporta en los planteamientos que las ciencias de la complejidad han realizado frente a la auto-organización del sistema y en consecuencia la adaptabilidad a las condiciones cambiantes del entorno. La presentación del diseño del modelo inicia con una revisión de literatura alrededor de tres aspectos relevantes que caracterizan los sistemas complejos y puntualmente los sistemas auto-organizados, y que constituyen las premisas sobre las que se soporta la propuesta. La revisión permite identificar dos rasgos que explican la insuficiencia de respuesta del pensamiento dominante a las crisis, y permite formular a partir de dichos rasgos dos aspectos que deben caracterizar el modelo de auto-organización para la solución de crisis (interacción y ausencia de controlador central). A la fecha el modelo propuesto se encuentra en proceso de validación; sin embargo en el presente documento se presentan los resultados de la simulación de agentes desarrollado en NetLogo por [19-21] que describen el comportamiento de un sistema caracterizado por la emergencia de patrones de actuación a partir de la interacción entre las partes y en ausencia de un controlador central. NetLogo es un entorno programable para simular fenómenos complejos. Finalmente se presenta la discusión frente a las contribuciones que el modelo puede generar y las implicaciones teóricas y prácticas.

II. SISTEMAS COMPLEJOS Y AUTO-ORGANIZACIÓN

La auto-organización es una característica de los sistemas complejos y, puntualmente, de los sistemas de complejidad creciente. Estos sistemas se caracterizan por la permanente generación y ganancia de nueva información, a partir de la interacción entre las partes, que hacen que el entorno sea incierto y exhiba comportamientos ausentes de regularidad. La complejidad creciente hace que no sea posible planear el comportamiento del sistema, o encontrar soluciones adecuadas a las crisis que se presentan: el sistema cambia permanentemente.

A la fecha, existe una amplia pluralidad de perspectivas teóricas que buscan comprender los sistemas complejos y la auto-organización [22]. Las diferentes propuestas provienen de diversas disciplinas, desde las que se estudian una gran variedad de sistemas como el cerebro, la biosfera, internet, las colonias de insectos, la sociedad, las organizaciones empresariales, entre otros [23].

El diseño del modelo de auto-organización se soporta en los planteamientos que desde las ciencias de la complejidad (la termodinámica del no equilibrio, la ciencia de redes, la teoría del caos, la teoría de catástrofes, la vida artificial, las redes booleanas y el modelo NK), explican la emergencia de nuevo orden en sistemas caracterizados por la interdependencia y la sensibilidad a las condiciones iniciales. Las ciencias de la

complejidad permiten comprender la adaptación del sistema a las condiciones cambiantes del entorno través de procesos de auto-organización.

El diseño del modelo de auto-organización se soporta en tres rasgos que caracterizan los sistemas complejos: a) surgimiento de comportamientos adaptativos más que racionales, b) complejidad creciente, y c) emergencia de comportamientos colectivos a través de procesos de percolación (propagación); es decir ausencia de factores de mérito o relevancia que determinen ex ante el éxito de una solución.

A. Los sistemas sociales desarrollan comportamientos adaptativos

La adaptación es la habilidad del sistema para cambiar su comportamiento en presencia de la perturbación [17]. Los comportamientos adaptativos en los sistemas complejos surgen a partir de las interacciones no causales entre las partes. Los agentes (personas, organizaciones, sistemas) pueden influir, ser influidos, modificarse, y modificar el entorno en el que actúan (por ejemplo [54]).

El cerebro, la sociedad, la internet, las colonias de hormigas, y de manera amplia la vida son ejemplos de sistemas complejos que exhiben comportamientos adaptativos [24] en los que las interacciones entre las partes que lo conforman (neuronas, personas, hormigas, etc.) permiten que el sistema evolucione ajustándose a las condiciones cambiantes y modificando el entorno en el que actúan [25-26].

A la fecha la mejor alternativa para otorgar al sistema la capacidad de adaptarse es la auto-organización [4]. Todos los sistemas complejos tienen la capacidad de auto-organizarse; sin embargo, el uso de sistemas y mecanismos de control (líder, estrategia, estándares, procedimientos, códigos, etc.) reducen la autonomía del sistema, y en consecuencia esta capacidad [27-28].

B. Los sistemas sociales son sistemas de complejidad creciente

La interacción y de manera amplia el comportamiento adaptativo genera situaciones emergentes que incrementan permanentemente la complejidad de los sistemas sociales. La complejidad creciente se manifiesta en las condiciones altamente cambiantes del entorno, y explica la dificultad de predicción y la ausencia de respuesta de los procesos de planeación.

La ganancia y generación de nueva información en los sistemas de complejidad creciente surge de la interacción entre los agentes cuando estos buscan tomar decisiones que les permita lidiar con la complejidad de entorno: solucionar problemas, aprovechar oportunidades, mitigar el impacto de determinados factores, coordinar intereses comunes, entre otros.

La complejidad creciente puede ser comprendida desde dos perspectivas paralelas y complementarias: complejidad estructural y complejidad dinámica. La primera estrechamente relacionada con los factores estructurales que subyacen a las redes en los sistemas sociales (ingreso o retiro de agentes del sistema, surgimiento o desaparición de afiliaciones, fortalecimiento o debilitamiento de los vínculos

entre las partes). La segunda enfatiza la capacidad de influir y de ser influido que presentan los individuos de sistema.

La complejidad estructural y la complejidad dinámica contribuyen a establecer el contexto en el que emergen nuevas situaciones que cargan de incertidumbre el entorno. La complejidad estructural explica la existencia de redes de libre escala en los sistemas sociales [29-30]. Por su parte la complejidad dinámica explica la presencia de transiciones de fase [31], exaptaciones [32], cambios súbitos [1] [33] que mueven al sistema de un estado a otro totalmente distinto.

C. Los comportamientos colectivos en los sistemas sociales surgen a través de procesos de percolación.

La percolación en un sistema social hace referencia a la propagación de información a través de nodos susceptibles de aceptarla. En los sistemas sociales la información fluye a través del sistema, modificando de manera no proporcional el comportamiento de los agentes. Algunos flujos de información logran propagarse y otros desaparecen o quedan confinados a pequeños grupos de agentes.

La propagación de información en el sistema se encuentra en estrecha relación con el nivel de conectividad. Los sistemas altamente conectados presentan mayor probabilidad de percolar. La propagación de información se manifiesta en la emergencia de comportamientos colectivos (acciones sincronizadas desarrolladas por dos o más agentes) [7], que permiten hacer frente a la complejidad del entorno, y siguen patrones que pueden ser comprendidos a través de distribuciones de probabilidad de leyes de potencia. Es imposible predecir la formación de pequeñas o grandes crisis (cambios), pero su comportamiento se puede describir en términos estadísticos. Los sistemas complejidad creciente se caracterizan por la emergencia de muchos y frecuentes comportamientos colectivos que tienen un bajo nivel de propagación; y de pocos y esporádicos comportamientos colectivos que logran propagarse a través de una amplia proporción de la red y que mueven al sistema a nuevos estados de orden (transiciones de fase).

La emergencia de comportamientos colectivos a través de procesos de percolación de información, evidencia que en los sistemas sociales no son determinantes los factores de mérito o relevancia, ni la centralidad del nodo que difunde la información para que esta se propague a través de una amplia proporción de la red [7]. La información circula libremente y sin restricciones a través del sistema.

III. RASGOS QUE EVIDENCIAN LA AUSENCIA DE RESPUESTA DEL PENSAMIENTO DOMINANTE A LAS CRISIS

Una conclusión central de la revisión de literatura, es la capacidad de los sistemas auto-organizados para disminuir la probabilidad de fallar, recuperarse, y continuar operando a pesar de que estas se presenten. Está caracterizada por la existencia de dos rasgos: a) la interacción entre las partes (enfoque relacional entre las personas) que les permite influir, ser influido, adaptarse a las condiciones cambiantes y modificar el entorno en el que se encuentra, y b) la ausencia de sistemas de control de determinen o limiten sus parámetros de actuación.

Los rasgos que caracterizan la capacidad de auto-organización en los sistemas complejos facilitan identificar dos aspectos que explican la ausencia de respuesta del pensamiento dominante a las crisis y exaltan los elementos que debe tener el modelo de auto-organización a proponer para la solución.

Los aspectos que explican la ausencia de respuesta del pensamiento dominante son: a) el enfoque racional más que relacional de los individuos para la toma de decisiones, y b) el controlador central que caracteriza los tradicionales sistemas de gobernanza.

El enfoque racional ha sido uno de los rasgos de la teoría de la elección económica. Esta perspectiva de pensamiento deja de lado las características relacionales del individuo, y en consecuencia su capacidad de adaptación, y enfoca el comportamiento racional para la toma de decisiones [34]. La teoría de la elección racional omite que los seres humanos lógicos, inevitable, y a menudo de manera inconsciente, se fijan en los demás cuando toman todo tipo de decisiones. Ya sea para compensar la falta de información, porque se cede a la presión de los demás, porque se busca sacar provecho de los rendimientos decrecientes, o porque se intenta coordinar intereses comunes; las personas siempre influyen y son influidas por otros con los que interactúan [7].

La influencia entre los individuos no es lineal; es decir no hay proporcionalidad; no todos los individuos influyen y son influidos en la misma medida. Las creencias de la persona, la confianza en el otro, así como el nivel de poder que una persona puede tener sobre otra hacen que la influencia tenga comportamientos no lineales. La capacidad de influir, ser influido y tomar decisiones a partir de la información directa e indirecta que proviene de los demás permite afirmar que las personas desarrollan comportamientos relacionales más que racionales. Si bien los seres humanos toman decisiones para satisfacer sus propios intereses, las decisiones que toman no emergen en ambientes aislados. Las personas son seres relacionales, y en consecuencia independientemente del número de personas con el que interactúen siempre serán influidos por el entorno en el que se mueven.

Por su parte los sistemas de control, y puntualmente el controlador central han sido la vía por la que los tradicionales sistemas de gobernanza facilitan el enfoque y logro de objetivos previamente establecidos. Los mayores aportes al respecto han venido de la mano del gobierno corporativo, en el que los sistemas son dirigidos, gestionados y de manera amplia controlados por tableros de directores que pueden estar o no conformados por diferentes grupos de interés, y cuyas acciones están sujetas a leyes, regulaciones, y a las consideraciones del equipo.

Sin embargo las fallas y la ausencia de respuesta de los sistemas de control central como estrategia de gobernanza en sistemas sociales humanos, han empezado a llamar la atención de diversos investigadores [35]. Los ampliamente publicitados escándalos de diversas corporaciones (Enron, WorldCom), las crisis económicas, financieras y ambientales; las numerosas reformas legales que han surgido como respuesta a escándalos y crisis; el incremento de las formas de monitoreo y compensación de CEOs durante su tiempo

de dirección; así como los movimientos sociales y sus exigencias respecto a la alineación de la triada rentabilidad, persona, planeta, abren nuevas y amplias oportunidades de investigación.

El uso de sistemas de control en sistemas sociales humanos reduce la capacidad de auto-organización del sistema [36], y en consecuencia limita la adaptación a las condiciones cambiantes del entorno.

IV. DISEÑO DEL MODELO DE AUTO-ORGANIZACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DE LAS CRISIS EN LAS ORGANIZACIONES EMPRESARIALES

El modelo se basa en la emergencia de comportamientos colectivos a partir de procesos de auto-organización como mecanismo para solucionar las crisis que surgen en las organizaciones empresariales. Los comportamientos colectivos en el modelo permiten la adaptación del sistema a las condiciones cambiantes del entorno.

En el modelo se identifican dos niveles para el estudio de las organizaciones empresariales. El primer nivel hace referencia a la organización empresarial en interacción con otras organizaciones (proveedores, clientes, estado, bancos, sociedad civil, etc.) La interacción entre las diferentes organizaciones genera información que se traduce en problemas, crisis, oportunidades y de manera amplia novedades que incrementan la complejidad del entorno. El segundo nivel hace referencia al sistema tratado- organización empresarial; la cual es afectada permanentemente por la complejidad creciente del entorno.

Las organizaciones empresariales se encuentran conformados por personas en interacción. El modelo reconoce que la interacción de las personas en las organizaciones empresariales surge a través de redes formales, informales y semi-formales. La interacción a través de redes formales es definida por decisiones administrativas y se manifiesta en las relaciones de subordinación y afiliaciones departamentales y divisionales propias del trabajo desarrollado por el individuo. La interacción a través de redes informales exalta la red de lazos sociales emergentes que los empleados mantienen con sus compañeros dentro y fuera del departamento y que a menudo se basan en intereses compartidos, relaciones afectivas o afiliaciones que surgen fuera del trabajo desarrollado por la persona. Las redes semi-formales son un híbrido entre redes formales e informales. La interacción en redes semi-formales es estimulada por decisiones administrativas y ocupadas voluntariamente por los empleados [10].

A la fecha existen numerosas investigaciones que reconocen la importancia de las interacciones a través de redes informales [37] (Kleinbaum, 2015) y semi-formales [10] en las organizaciones empresariales para incrementar el desempeño, la eficacia, la creatividad del sistema. Compartir intereses voluntarios (redes informales y semi-formales) refuerza un sentimiento de identidad compartida [38], promueve la confianza, el intercambio de conocimientos [39-40] permite construir lealtad emocional, aumenta la motivación intrínseca de cooperación [41], incrementa el capital social de la organización, entre otras situaciones que favorecen la propagación de información en el sistema.

Es importante señalar que en el diseño del modelo de auto-organización propuesto no existen personas que por cualquier situación puedan ser consideradas centrales (por ejemplo, por las actividades desarrolladas, la propiedad que tiene sobre la organización, entre otros) De hecho, la información circula sin restricciones (interacción) y no hay congestión en ninguna parte del sistema. La dirección, por tanto, no indica jerarquía, no es un cargo de mayor relevancia ejercido por una o varias personas, ni tiene como propósito definir el rumbo de la organización. El papel de la dirección es ganar y generar nueva información y, de manera amplia, complejizar permanentemente a la organización empresarial. La complejización es un resultado de la dinámica del sistema y, puntualmente, de la interacción no causal entre los individuos. En consecuencia, no es una función que pueda ser atribuida a una o varias personas, todos son parte de la dirección de la organización.

En el desarrollo rutinario de las actividades las personas toman decisiones recurriendo a interacciones formales, informales y semi-formales. A menudo de manera inconsciente las personas buscan solucionar los problemas que surgen de la complejidad del entorno recabando información con los que interactúan. El intercambio de información pone de manifiesto que las decisiones surgen de la interacción no lineal entre personas diversas. La interacción no lineal implica que los individuos no son influidos ni influyen en la misma medida. Si bien un empleado busca o comparte información con otros, no es influido por todos con los que interactúa en la misma medida, y sus ideas no influyen a los demás proporcionalmente [42].

La libre circulación de flujos de información y la interacción no lineal entre los individuos facilita la emergencia de múltiples y simultáneas actuaciones conjuntas (decisiones que implican propuestas de acción compartidas por varias personas) [43] que surgen a través de procesos de percolación. Las propuestas de acción que un individuo plantea para hacer frente a la complejidad del entorno surgen y se propagan a través de la interacción de redes formales, informales y semi-formales, en las que dependiendo de las características de la interacción entre las personas (poder confianza, etc.) se aumenta o disminuye la susceptibilidad de una persona a aceptar y/o dejarse influir por las ideas (información) de otros con los que interactúa [44].

La percolación implica que a través de la interacción es posible que una idea sea aceptada por un número de personas en la red. En la medida en que la persona que propone la idea se encuentre en interacción con un mayor número de individuos se aumenta la probabilidad de que la idea se propague por una mayor proporción de la red, y en consecuencia que pueda influir un mayor número de personas.

La emergencia permanente de múltiples y simultáneas actuaciones conjuntas en las organizaciones empresariales genera cambios que explican la adaptabilidad del sistema a las condiciones del entorno. A mayor fluidez en la emergencia de actuaciones conjuntas, mayor agilidad en la respuesta del sistema a los cambios, y mayor capacidad de influir el entorno.

Es importante señalar que la tasa de cambios en las organizaciones empresariales sigue distribuciones de leyes de potencia: emergen numerosos y frecuentes cambios pequeños o de menor impacto, y pocos y esporádicos cambios súbitos que mueven al sistema a estados totalmente distintos de los iniciales. Los cambios súbitos son los responsables de los mayores niveles de evolución en las organizaciones.

Las leyes de potencia constituyen 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 [45-46] identifican más de 100 clases de leyes de potencia que se presentan en las organizaciones empresariales; Ramos, Sassi y Piqueira [47] demuestran que el comportamiento humano responde a estas leyes, y Cook, Ormerod y Cooper [48] evidencian que las leyes de potencia son propios de los fenómenos cooperativos entre grupos de agentes en interacción. Un ejemplo de ley de potencia en las organizaciones empresariales se presentan en el caso de American Express nace en 1850 como un negocio regional de paquetes postales; en 1892, por diversas razones, 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 [49].

La actuación conjunta en el modelo propuesto surge a partir de la interacción entre las personas, en consecuencia, no representa un esquema de actuación permanente. La actuación conjunta es revocable en la medida en que cambian las interacciones. Es decir, en la medida en que ingresan o se retiran personas del sistema, se crean o desaparecen conexiones, o se debilitan o fortalecen los lazos de interacción entre los individuos.

A la fecha el diseño del modelo se encuentra en la fase conceptual, y presenta algunas limitaciones relacionadas con la carencia de investigación empírica que permita su validación con información del mundo real. Al respecto es importante señalar que a la fecha la dificultad de solución matemática que caracteriza a los sistemas de complejidad creciente, los cuales se encuentran conformados por gran número de agentes con patrones de interacción cambiantes y adaptativos ha estimulado el uso de la modelación de agentes o modelación *bottom-up* como la alternativa para facilitar la comprensión/validación de dichos sistemas [41] [50-51].

La modelación de agentes no va en contravía de los enfoques positivistas y postmodernistas que han caracterizado la investigación que tradicionalmente se ha realizado en gestión organizacional. Tal como lo plantea [41] es otra forma de hacer ciencia. El presente estudio reconoce que, tradicionalmente la investigación en organizaciones empresariales ha estado soportada en enfoques positivistas o postmodernistas, y no es el interés del artículo entrar en el debate sobre la pertinencia de cada una de ellas. Sin embargo y como lo plantean [52] el conflicto entre estas dos corrientes y la exigencia de ser el soporte de las investigaciones carece de principio de realidad. La validación de modelos de auto-organización en sistemas sociales requiere, de

una parte largas series de tiempo, y de otra, altos costos de implementación [53] lo que exige la identificación de nuevas alternativas metodológicas para el desarrollo de la investigación en organizaciones empresariales.

A la fecha el equipo investigador que soporta esta propuesta se encuentra trabajando en el diseño de un modelo de agentes que permita validar los planteamientos realizados. Sin embargo es posible identificar numerosos modelos de agentes que contienen algunos de los rasgos planteados en el modelo. En esta línea se encuentra el modelo Paths (por su denominación en inglés) desarrollado por [19-20]. En este modelo se evidencia la emergencia de rutas que llevan de un destino a otro a partir de la interacción entre los agentes y en ausencia de un planificador central. Los viajeros tienden a tomar rutas que ya han sido seguidas por otros. El modelo inicia con un grupo de agentes que tratan de llegar a otro lugar al azar (Fig. 1). En la medida en que los agentes se mueven van surgiendo caminos (líneas grises) que se hacen populares si son seguidos por otros, y pueden perder la popularidad (vuelven al color verde) si dejan de ser utilizados (Fig. 1).

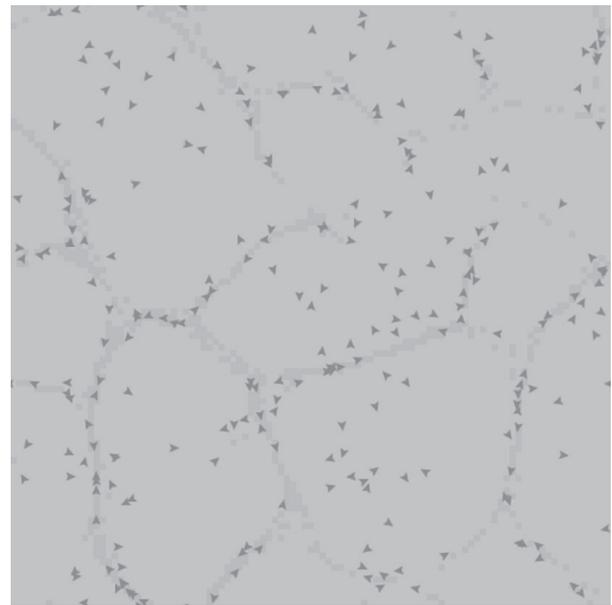


Fig. 1: Emergencia de rutas a partir de la interacción entre los agentes-Modelo Paths

El modelo *Virus on a network* [19 y 21] si bien se enfoca en la propagación de virus a través de computadores, facilita la comprensión de los procesos de percolación de la información, y puntualmente de las ideas o propuestas de acción. En el modelo cada nodo representa una computadora que puede estar en uno de los siguientes estados: susceptible (color verde), infectada (color rojo) o resistente (color gris). En el transcurso del tiempo cada nodo infectado intenta infectar a otros con los que está en interacción y que son susceptibles. Los nodos infectados pueden recuperarse y volverse resistentes al virus en el futuro. En la Fig. 2 se visualiza la propagación de virus, evidenciando el surgimiento de pequeñas y grandes manchas rojas en la red, aunque nunca en toda la red.

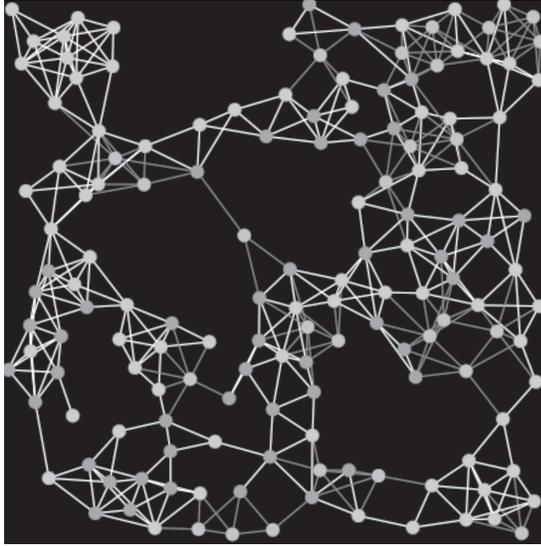


Fig.2: Propagación de virus. Modelo Virus on a network

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La emergencia de actuaciones conjuntas para lidiar con la complejidad del entorno a través de procesos de auto-organización pone de manifiesto dos aspectos relevantes que el modelo que se está diseñando deberá considerar: a) las ideas propuestas por un empleado se convierten en actuaciones conjuntas en la medida en que logran propagarse e influir una amplia proporción de la red organizacional, y b) en las organizaciones empresariales surgen y coexisten de manera simultánea múltiples actuaciones conjuntas.

El primer aspecto señalado enfoca la ausencia de controlador central y/o de factores de mérito o relevancia que determinen el comportamiento del sistema. Para que una idea, propuesta de acción se convierta en actuación conjunta requiere que logre propagarse a través de un grupo de personas en interacción que sean susceptibles de aceptar y/o dejarse influir por la idea. Cualquier persona sin importar el cargo desempeñado puede influir el comportamiento del sistema. Adicionalmente, cualquier idea, sin importar las características de la misma puede convertirse en actuación conjunta. Lo anterior no significa que aspectos como el liderazgo de la persona que propone la idea, o la calidad, el precio, el costo, la novedad de la idea, entre otros no sean relevantes, lo que significa es que no son los factores determinantes.

El segundo aspecto señalado enfoca el surgimiento y coexistencia de múltiples y simultáneas actuaciones conjuntas e implica que la organización empresarial nunca se encuentra en un estado estable, lo que no significa que sea caótica. La organización empresarial se encuentra alejada del equilibrio, y presenta permanentemente cambios que responden a distribuciones de leyes de potencia: pocos y esporádicos cambios súbitos que transforman radicalmente el sistema, y muchos y frecuentes cambios de menor impacto.

La libre circulación de información en el sistema disminuye la probabilidad de falla (todas las personas tienen información para la toma de decisiones), y la ausencia de restricciones y/o controlador central que determinen o

impongan parámetros de actuación permiten que el sistema gane autonomía y genere permanentemente actuaciones conjuntas que se adaptan a la complejidad del entorno, y en consecuencia aumentan la capacidad del sistema para superar las crisis.

La emergencia de comportamientos colectivos en el sistema genera información en el entorno y aumenta la complejidad del mismo. En la medida en que el sistema logre generar mayor nivel de información que la generada por otras vías del sistema social tendrá mejor desempeño. La generación de información surge de las actuaciones conjuntas que el sistema desarrolla para tratar la complejidad, y que le permiten influir y adaptarse a las condiciones cambiantes. Un sistema que logre generar mayores niveles de información que los demás significa que se ha ajustado al entorno y ha modificado el comportamiento del mismo.

El diseño del modelo propuesto, una vez validado, puede generar profundas implicaciones alrededor de nuevas vías para comprender las organizaciones empresariales y solucionar las crisis que en estas se presentan. La principal diferencia con la corriente de pensamiento dominante radica en que el modelo no pretende anticiparse a las crisis; el modelo sugiere que los comportamientos empresariales pueden ser comprendidos ex post, y nunca ex ante, y por tanto la alternativa para solucionar las crisis es la adaptación a través de procesos de auto-organización.

REFERENCIAS

- [1] Thom, R. Estabilidad Estructural y Morfogénesis: Ensayo de una Teoría General de Los Modelos. Barcelona: Editorial Gedisa S.A. 1977
- [2] Helbing, D. Globally networked risks and how to respond. *Nature*, (497), pp. 51-59, 2013. <http://dx.doi.org/10.1038/nature12047>
- [3] Bak, P., Tang, C., and Wiesenfeld, K. Self-organized criticality. *Physical Review*, 38(1), pp. 364-373, 1988. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevA.38.364>
- [4] Gershenson, C. Design and control of self-organizing systems. *Coplit arXiv:nlin/0603045v2*. 2007.
- [5] Bonabeau, E., Theraulaz, G., Deneubourg, J. L., Aron, S., & Camazine, S. Self-organization in social insects. *Trends in Ecology and Evolution*, 12(5), pp. 188-193, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)01048-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01048-3)
- [6] Camazine, S., Deneubourg, J., Franks, N., Sneyd, J., Theraulaz, G., and Bonabeau, E. Self-organization in biological system. United Kingdom, Princeton University Press. 2003.
- [7] Watts, D. Seis grados de separación. La ciencia de las redes en la era de acceso. Barcelona, Paidós, Iberica, S.A. 2006.
- [8] Di Marzo Serugendo, G., Gleizes, M.-P., & Karageorgos, A. Self-organising Software: From natural to Artificial Adaptation. Springer. 2011.
- [9] Bonabeau, E., Dorigo, M., & Theraulaz, G. *Swarm Intelligence: From natural to artificial system*. New York, Santa Fe Institute- Studies in the sciences of complexity. 1999.
- [10] Biancani, S. M., Daniel A., and Dahlander, Linus. The Semiformal Organization. *Organization Science*, 25(5), pp. 1306-1334, 2014. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.2013.0882>
- [11] Aime, F., Humprey, S., Derue, S., and Jeffrey, P. The riddle of heterarchy: power transitions in cross-functional teams. *Academy of Management Journal*, 57(2), pp. 327-352, 2014. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2011.0756>
- [12] Canales, R. Weaving Straw into Gold: Managing Organizational Tensions Between Standardization and Flexibility in Microfinance. *Organization Science*, 25(1), pp. 1-28, 2015. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.2013.0831>
- [13] Donal Crilly, P. Autonomy or Control? *Organizational Architecture*

- and Corporate Attention to Stakeholders. *Organization Science*, pp. 1-17, 2013.
- [14] Turnbull, S. A New Way to Govern: Organisations and society after Enron. London, New Economics Foundation. 2002
- [15] Alberts, D. and Hayes, R., Power to the edge: Command, control in the information age. Washington CCRP, 2003.
- [16] Mitleton-Kelly, E., and Pusczyński, L., An Integrated Methodology to Facilitate The Emergence of New Ways of Organising' in Unifying Themes in Complex Systems. NECSI Knowledge Press, V. 2005.
- [17] Holland, J. Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity. 1995.
- [18] Gershenson, C. The Implications of Interactions for Science and Philosophy. *Foundations of Science*, 18(4), pp. 781-790, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s10699-012-9305-8>
- [19] Wilensky, U. NetLogo. From Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. Northwestern University, Evanston, IL. 1999.
- [20] Grider, R., and Wilensky, U. NetLogo Paths model. From Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL. 2015.
- [21] Stonedahl, F. and Wilensky, U. NetLogo Virus on a Network model., from Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL, 2008.
- [22] Espinosa, A., and Porter, T. Sustainability, complexity and learning: insights from complex systems approaches. *Learning Organization*, 18, pp. 54 – 72, 2011.
- [23] Bohórquez, L., and Espinosa, A. Theoretical approaches to managing complexity in organizations: A comparative analysis. *Estudios Gerenciales* (31), pp. 20-29, 2015.
- [24] Bedau, M., McCaskill, J., Packard, N., and Rasmussen, S. Living Technology: Exploiting Life's Principles in Technology. *Artificial Life*, 16(1), pp. 89-97, 2010. <http://dx.doi.org/10.1162/artl.2009.16.1.16103>
- [25] Martinoli, A. Collective Complexity out of Individual Simplicity. *Artificial Life*, 7(3), pp. 315-319, 2001.
- [26] Allen, P., Maguire, S., and McKelvey, B. The Sage Handbook of Complexity and Management. London, Sage Publications Ltd, 2011.
- [27] Bohórquez, L. E. Sistemas de control estratégico y organizacional: críticas y desafíos. *Revista Ciencias Estratégicas*, 19(26), pp. 307-322, 2011.
- [28] Maldonado, C. Lo opuesto a la belleza no es lo feo. (Online) <http://www.revistamilmesetas.com>, 2013.
- [29] Barabási, A.-L. Bursts: the hidden patterns behind everything we do, from your email to bloody crusades. New York, Penguin Books Ltd. 2010.
- [30] Barabási, A., and Albert, R. Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286(5439), pp. 509-512, 1999.
- [31] Nicolis, G., and Prigogine, I. La estructura de lo complejo: en el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias. México, Alianza Editorial, 2007.
- [32] Gould, S. J. La estructura de la teoría de la evolución. Barcelona, Metatemáticas, 2010.
- [33] Lorenz, E. Deterministic nonperiodic flows. *Journal of the atmospheric sciences*, 20, pp. 130-141, 1963. [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020%3C0130:DNF%3E2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020%3C0130:DNF%3E2.0.CO;2)
- [34] Wang, X.-T. Introduction: Bounded rationality of economic man: New frontiers in evolutionary psychology and bioeconomics. *Journal of Bioeconomics* (3), pp. 83-89, 2001. http://dx.doi.org/10.1163/9789004228252_002
- [35] Tihanyi, L., Graffin, S., and George, G. Rethinking governance in management research. *Academy of Management Journal*, 1015(1), pp. 1-9, 2015. <http://dx.doi.org/10.5465/amj.2014.4006>
- [36] Mitleton-Kelly E., Ed., Complex Systems and Evolutionary Perspectives on Organisations. The application of Complexity Theory to Organisations. London, London School of Economics, 2003.
- [37] Kleinbaum, A., Stuart, T., and Tushman, M. Discretion Within Constraint: Homophily and Structure in a Formal Organization. *Organization Science*. 24(5). pp 1316-1336, 2015. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1120.0804>
- [38] Nahapiet J, G. S. Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. *Academy Management of Journal*, 23(2), pp. 242-266, 1998. <http://dx.doi.org/10.2307/259373>
- [39] Ouchi, W. Markets, Bureaucracies, and Clans. *Administrative Science Quarterly*, 25(1), pp. 129, 1980
- [40] Adler, P. (2001). Market, hierarchy, and trust: The knowledge economy and the future of capitalism. *Organization Science*, 12, pp. 215-234, 2001. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.12.2.215.10117>
- [41] Axelrod, R. The evolution of cooperation. New York, Basic Books, 2006.
- [42] Murmann, J. P. The Coevolution of Industries and Important Features of Their Environments. *Organization Science*, 24(1), pp. 58-78, 2013. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1110.0718>
- [43] Escoffier, N., and McKelvey, B. (2015). The Wisdom of Crowds in the Movie Industry: Towards New Solutions to Reduce Uncertainties. *International Journal of Arts Management*, 17(2), pp. 52-63, 2015.
- [44] Xiaoyong Tian, H. J., Jin Zha., and Linlin Li. Study on industrial cluster knowledge emergence model based on asymmetric influence In G. C. Wei Lu, Weibin Liu, Weiwei Xing (Ed.), Proceedings of the 2012 International Conference on Information Technology, 2012. pp. 67.
- [45] Andriani, P., and McKelvey, B. From Skew Distributions to Power-law Science, in Allen, P., Maguire, S., & McKelvey, B. The Sage Handbook of Complexity and Management. London, SAGE Publications Ltd. 2011. Pp.254-273, 2011.
- [46] Andriani, P., and McKelvey, B. From Gaussian to Paretian Thinking: Causes and Implications of Power Laws in Organizations. *Organization Science*, 20(6), pp. 1053-1071, 2009. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1090.0481>
- [47] Ramos, R. S., R; Piqueira, J. Self-organized criticality and the predictability of human behavior. *New Ideas in Psychology*, 29(1), pp. 38-48, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.newideapsych.2009.12.001>
- [48] Cook, W., Ormerod, E., & Cooper. Scaling behaviour in the number of criminal acts committed by individuals. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment (JSTAT)*(7), P07003, 2004.
- [49] Collins, J., & Porras, J. Empresas que perduran: Principios exitosos de compañías triunfadoras. Bogotá, Norma, 2002.
- [50] Axelrod, R., and Cohen, M. Harnessing Complexity. United States of America, Basic Books, 2000.
- [51] Emmeche, C. Vida Simulada en el Ordenador. Barcelona, Gedisa editorial, 1998.
- [52] Boisot, M., and McKelvey, B. Integrating Modernist and Postmodernist Perspectives on Organizations: A Complexity Science Bridge. *Academy of Management Review*, 35(3), pp. 415-433, 2010. <http://dx.doi.org/10.5465/AMR.2010.51142028>
- [53] Maldonado, C., and Gómez, N. Modelación y simulación de sistemas complejos. Bogotá, Universidad del Rosario, 2010.
- [54] Carvajal, Y. Efectos de la variabilidad climática (vc) y el cambio climático (cc) en los recursos hídricos de Colombia. *Entre Ciencia e Ingeniería* (9), pp 33-61, 2011.



Luz Esperanza Bohórquez Arévalo nació en Bogotá – Colombia, el 2 de abril de 1976. Doctor en Ciencias de la Dirección, Ingeniera Industrial, Magister en Administración de Empresas. Docente de planta de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.