

Las organizaciones en el marco de los sistemas complejos: una aproximación desde la literatura científica

Organizations in the framework of complex systems: an approach from the scientific literature

Ben Y. P. Yábar Vega¹

¹Doctor (c) en Administración por la Universidad Privada de Tacna - Perú Docente Asociado, Escuela de Postgrado Neumann Business School.
E-MAIL: byabar@nepneumann.edu.pe
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1809-2727>

Recepción: 20/05/2020. Aceptación: 12/07/2020. Publicación: 31/07/2020

RESUMEN

La presente revisión se origina por la contraposición entre la teoría burocrática y la teoría orgánica, en virtud a la vez de la contraposición de los sistemas simples y los sistemas complejos. Revisa los desarrollos de las ciencias de la complejidad, la autopoiesis organizacional y las metodologías para el estudio de las organizaciones y de los sistemas organizacionales. Con respecto a las ciencias de la complejidad se aborda la termodinámica del no equilibrio, la teoría del caos, la geometría de fractales, la teoría de las catástrofes y las lógicas no clásicas; en cuanto a la autopoiesis organizacional, se toma como punto de partida la autopoiesis biológica y la autopoiesis organizacional; finalmente con respecto a la metodologías aplicadas para el estudio de las organizaciones y los sistemas organizacionales se considera: el análisis de sistemas complejos, la sociología de la acción organizada, el modelo basado en agentes, el sistema multi-agente y el sistema de acción concreta.

PALABRAS CLAVE: sistemas complejos, ciencias de la complejidad, autopoiesis organizacional, organización.

ABSTRACT

The present review originates from the contrast between bureaucratic theory and organic theory, by virtue of both the contrast of simple systems and complex systems. It reviews the developments in the sciences of complexity, organizational autopoiesis and methodologies for the study of organizations and organizational systems. With respect to the sciences of complexity, the thermodynamics of non-equilibrium, chaos theory, fractal geometry, catastrophe theory and non-classical logic are addressed; As for organizational autopoiesis, biological autopoiesis and organizational autopoiesis are taken as a starting point; Finally, regarding the methodologies applied to the study of organizations and organizational systems, the following are considered: the analysis of complex systems, the sociology of organized action, the agent-based model, the multi-

agent system and the concrete action system.

KEYWORDS: complex systems, complexity sciences, organizational autopoiesis, organization.

LAS ORGANIZACIONES DESDE LA PERSPECTIVA CONCEPTUAL – HISTÓRICA

Como punto de partida, se debe indicar que la concepción occidental de la categoría organización, se remonta a Platón y a la Grecia Clásica. Según Guthrie (2017) el filósofo de la región ática reflexiona acerca de la mejor forma de organizar la “polis” de Atenas en su texto República, con una clara visión política y social.

En esa misma línea Erasmo de Rotterdam durante el periodo del humanismo y el renacimiento, y a partir de su preocupación por la formación de los monarcas reflexiona sobre dos ideas: la adecuada conducción del reino (Fernández, 2006) y la forma de organizarla (Guerrero, 2016). Y a finales de la edad moderna, y desde la esfera económica, Adam Smith recoge “el orden

natural, la armonía y el laissez faire” (Landreth y Colander, 2006, p.80) para concebir un idóneo sistema económico, donde la organización económica es determinante. En esta concepción de Adam Smith, el interés individual es fundamental para la operación del sistema (Dilthey, 2018).

En el siglo XIX y desde el plano social, Comte es indispensable para comprender el emergente sistema social conformado por diversos tipos de organizaciones y el estado. El sistema social comteano es impulsado por dos dimensiones: orden y progreso “uno estático, albergaría las leyes del orden, mientras que el otro, dinámico reuniría las leyes del progreso” (Pérez, 2012, p.43). Asimismo Comte concibe la “organización de toda la vida humana, tanto pública como privada” (Dilthey, 2018, p.212) como parte de su sistema social. Comte constituye el punto de inflexión para los estudios de las organizaciones sociales, y lo que deviene luego con el estudio de las organizaciones económicas (empresas), como es el caso de Weber.

En la siguiente centuria, la profusión de los estudios

organizacionales tendría una causa y una consecuencia, la revolución industrial y el advenimiento del sistema capitalista respectivamente. Así en 1924 se publicaría *The Theory of Social and Economic Organization* de Maximilian Weber donde se expone la teoría burocrática que impactaría significativamente en las organizaciones políticas y económicas del siglo XX. En contraposición a la teoría burocrática en 1961 Tom Burns y G. D. Stalker publicarían *The Management of Innovation* donde se presentan los postulados de la teoría orgánica. La teoría burocrática postula que “la mejor forma de organización es la que tiene reglas claras y racionales, decisiones impersonales y excelencia técnica en sus empleados y gestores.” (Rivas, 2009, p.14). Mientras que la teoría orgánica postula a “evolucionar hacia formas organizativas más eficientes y adaptables a las exigencias de entornos cada vez más complejos y dinámicos.” (Zapata, 2006, p.68).

Otro enfoque para comprender las organizaciones, y alejado del orden como base de la organización, es el enfoque de los sistemas complejos, cuyo antecesor

la Teoría General de Sistemas de Ludwig von Bertalanffy completada en 1968, validaba la existencia de los sistemas complejos (Bertalanffy, 2018). Maldonado (2005) estudia los sistemas complejos y las teorías que los aborda, sobre ellas sintetiza cinco teorías, las que se denominan ciencias de la complejidad: Termodinámica del no equilibrio, Teoría del Caos, Geometría de Fractales, Teoría de las Catástrofes y Lógicas no clásicas.

La primera de ellas es la termodinámica del no equilibrio, desarrollada por Prigogine la que refiere que “los comportamientos complejos se explican por, y se integran en, el estudio de los sistemas de no-equilibrio, o también, en la termodinámica de los procesos irreversibles” (Maldonado, 2005, p.97).

Una segunda ciencia de la complejidad es la teoría del caos propuesta por Lorenz y profundizado por Ruelle y en esencia “no introduce (...) ningún postulado nuevo acerca del mundo, pues los modelos caóticos están contruidos sobre el mundo clásico, usando ecuaciones de modelación para explicar los flujos y las turbulencias, los comportamientos aperiódicos y los

sistemas disipativos” (Maldonado, 2005, p.100-101). Braun (2016) refiriéndose a los sistemas caóticos manifiesta que los comportamientos de los fenómenos, como los económicos, son no lineales, y aun así se pueden predecir.

La geometría de fractales, constituye la tercera ciencia de la complejidad. En palabras de Maldonado (2005), ésta se trata de las “relaciones entre la geometría de Mandelbrot y los trabajos de Kolmogorov y Chaitin, centrados específicamente en torno a los algoritmos matemáticos; o más exactamente, a la comprensión de la complejidad con criterios algorítmicos” (p.104) y consiste “en una aplicación de lo infinitesimal a lo finito, y así, la invariancia resultante nos revela un universo pletórico de formas y estructuras, todas sólidamente conectadas entre sí, a pesar de su irregularidad y movilidad” (p.104). Braun (2016) considera la existencia de “una relación entre el caos y los fractales” (p.64).

La cuarta ciencia de la complejidad es la teoría de las catástrofes, “esta teoría se ocupa de describir las discontinuidades que pudieran

presentarse en la evolución de un sistema” (Maldonado, 2005, p.105-106), y “el tema grueso consiste en las transiciones orden/desorden, y que es, por lo demás, la manera genérica de designar el objetivo de trabajo en las ciencias de la complejidad” (Maldonado, 2005, p.105).

La última categoría de ciencias de la complejidad, son las denominadas “lógicas no clásicas” que analizan los “temas tales como el tiempo, la intuición, los contextos de relevancia, la incertidumbre o la indeterminación, en fin, las inconsistencias y la pluralidad” (Maldonado, 2005, p.109) en contraposición a las lógicas clásicas originadas en Euclides y Aristóteles, “son lógicas de sistemas abiertos” (Maldonado, 2005, p.109) y específicamente son: la lógica paraconsistente, la lógica de la relevancia, la lógica modal, la lógica difusa, la lógica temporal y la lógica cuántica.

Los postulados de estas teorías, explican una realidad conformada por sistemas complejos y no por sistemas simples, para complementar se puede revisar la síntesis de la Tabla 1.

Asimismo sus premisas se pueden extrapolar para una nueva concepción relativa de la organización y los sistemas organizacionales (Maldonado y Gómez, 2011). Es importante indicar que para la

comprensión de la organización compleja, esta no puede separarse de su marco, es decir de los los sistemas complejos organizacional.

Tabla 1

Concepto y atributos de las ciencias de la complejidad.

Teoría	Concepto	Atributos
Termodinámica del no equilibrio	“Los comportamientos complejos se explican por, y se integran en, el estudio de los sistemas de no-equilibrio, o también, en (...) los procesos irreversibles”.	No equilibrio e irreversibilidad
Teoría del caos	“Los modelos caóticos están contruidos (...) usando (...) modelación para explicar (...) los comportamientos aperiódicos y los sistemas disipativos”.	Aperiodicidad y sistema disipativo
Geometría de fractales	A través de algoritmos "nos revela un universo pletórico de formas y estructuras, todas sólidamente conectadas entre sí, a pesar de su irregularidad y movilidad"	Algoritmos, morfología y estructuras
Teoría de las catástrofes	"Se ocupa de describir las discontinuidades que pudieran presentarse en la evolución de un sistema" y "consiste en las transiciones orden/desorden.	Discontinuidad y orden/desorden
Lógicas no clásicas	Analizan “temas tales como el tiempo, la intuición, los contextos de relevancia, la incertidumbre o la indeterminación, en fin, las inconsistencias y la pluralidad”	Inconsistencias y pluralidad

Fuente: Elaborado a partir de Maldonado (2005), 25 de junio del 2020.

Asimismo a partir de la teoría de sistemas y teniendo en cuenta la complejidad se ha desarrollado la autopoiesis, en dos vertientes básicas: la autopoiesis biológica de Humberto Maturana y Francisco Varela (1973) y la

autopoiesis social de Niklas Luhmann (1982). La autopoiesis en general se explica desde una concepción más cerrada, sin que esto signifique que sea “impermeable”. Asimismo las organizaciones desde la perspectiva

autopoiética, son a la vez sistemas complejos, “estos en tanto complejos se debaten entre la anomia, la desorganización, la incertidumbre, el desorden; pero, de otro lado, tienen la capacidad de ordenarse, de autoorganizarse, de autoconstituirse, de autoproducirse, es decir, de ser autopoiéticos.” (Álvarez, 2018, p.54).

Y para tener una mejor comprensión de la autopoiesis en una organización “debe reconocerse que la organización puede verse como un sistema autopoiético, el cual gracias a la comunicación y sus procesos de decisión, toma del entorno aquello que requiere para autoproducirse (crearse) dentro de su autorreflexión.” (Álvarez, 2018, p.66).

Hoy la autopoiesis social y organizacional, quizás apelando a una especie de memoria del concepto, pretende relacionarse con lo sostenible y el biodesarrollo, en ese sentido Molano (2012) explica que “con ello la gerencia auto-eco-organizadora adquiere un papel destacado en el estudio de las organizaciones como sistemas autopoiéticos-autoorganizados dirigida a

generar y permitir el biodesarrollo.” (p.27).

LAS ORGANIZACIONES DESDE LA PERSPECTIVA PRAGMÁTICA – METODOLÓGICA

En base al avance de la teoría orgánica sobre la teoría burocrática, Zapata (2006, p.78) manifiesta “La naturaleza compleja y dinámica del entorno, ha llevado a los investigadores del management y a las mismas organizaciones a proponer nuevos diseños de formas organizativas”, y estos nuevos diseños suelen ser más flexibles que rígidos, en ese sentido la teoría orgánica va ganando “terreno” sobre el modelo weberiano, sin embargo en palabras de Zapata (2006) ambas teorías hoy, aún se complementan. Para mayor evidencia toda propuesta de autopoiesis organizacional y de aplicación de las ciencias de la complejidad a los sistemas complejos, significa virar de la organización burocrática a la orgánica.

La autopoiesis organizacional, ha tenido avances para el análisis de las organizaciones, cuyos resultados han sido favorables en diversos sectores como el educativo (Silas, 2007; Santillán,

2015) y agrícola (Casanova et al., 2015), sin embargo aún resta desarrollar más estudios empíricos para validar la autopoiesis organizacional. Con respecto al aporte de las ciencias de la complejidad al diseño organizacional, Bohórquez (2013), revisó los “resultados de investigación publicados en revistas académicas que han facilitado la introducción de las ciencias de la complejidad en la administración”, el autor finalmente concluye que las organizaciones empresariales son sistemas complejos y deben ser abordadas como tales (p.258).

La dimensión metodológica para el abordaje de las organizaciones, pero con un sentido orientado a la evaluación de los sistemas organizacionales complejos, sin que esto signifique que no se pueda evaluar a la organización como sistema complejo, se puede efectuar a través de varias metodologías, entre ellas se tiene en primer lugar el modelo de análisis de los sistemas complejos (ASC), cuya finalidad es efectuar el diagnóstico de las organizaciones a través de su sistema, el mismo que es propuesto por García (2000), propone tres niveles de análisis: local, regional-nacional e internacional,

en el que se considera los atributos de organización y de evolución.

En segundo lugar para el modelizado de los sistemas organizacionales complejos se concreta a partir de cuatro modelos metodológicos (Rodríguez y Leónidas, 2011), los dos primeros de base y los dos siguientes de aplicación. Refiriéndonos a las metodologías de base se tiene los Modelos Basados en Agentes (MBA) iniciado por Schelling (1969), que considera el microentorno y macroentorno; la Sociología de la Acción Organizada (SAO) iniciada por Crozier (1964) es una metodología que explica las organizaciones en el tejido social. Y en cuanto a las metodologías más aplicadas para la modelización se tienen el Sistema Multi-Agente (SMA) desarrollado por Ferber (1998), y el Meta-Modelo de Sistema de Acción Concreto (SAC) de Crozier y Friedberg (1990). Las metodologías SMA y SAC, utilizan las plataformas NetLogo y SocLab respectivamente, las mismas que se usan para las organizaciones tanto como ente individual como para un sistema de organizaciones. Todas las metodologías son idóneas para el estudio de las

organizaciones en el marco de los sistemas complejos. Revisar Tabla 2.

Tabla 2

Características y aplicabilidad de las bases metodológicas y modelos.

Modelo	Características	Aplicabilidad
Análisis de sistemas complejos (ASC) de García.	Propone tres niveles de análisis: local, regional-nacional e internacional, y se considera los atributos de organización y evolución. (Sagredo et al., 2010).	Diagnóstico del sistema social (organizaciones).
Sociología de la Acción Organizada (SAO) de Crozier.	Las organizaciones son configuraciones sociales generadas por las relaciones que los actores organizacionales establecen entre sí. (Rodríguez y Leónidas, 2011).	Base teórica y metodológica para el SMA y SAC.
Modelo basado en agentes (MBA) iniciado por Schelling	Permite estudiar la emergencia y autoorganización de sistemas complejos (Rodríguez y Leónidas, 2011) considera el micro y macroentorno. (Rodríguez, Roggero y Rodríguez, 2015).	Base teórica y metodológica para el SMA y SAC.
Sistema Multi-agente (SMA) desarrollado por Ferber	Consta de tres elementos: el entorno donde el sistema o la organización cumple algún fin, los agentes que toman decisiones y las reglas o funcionalidades (Terán et al., 2017).	Modelo de base para el SAC. Utiliza el NetLogo.
Sistema de Acción Concreta (SAC) de Crozier y Friedberg	Configuración social estructurada por relaciones y constituida por actores, alianzas, y regulación en un sistema organizacional. (Rodríguez y Leónidas, 2011).	Meta-modelo final, utiliza el SocLab.

Fuente: Elaboración propia, 25 de junio del 2020.

Con respecto a los estudios de caso donde se han aplicado las metodologías indicadas en el marco de los sistemas organizacionales complejos se tiene algunos ejemplos. Para el caso ASC de García (2000) se puede observar en Sagredo et al. (2010) con aplicación al sector turístico; la aplicación de la metodología MBA en Andrighetto et al. (2010) y Castañeda e Ibarra (2010); las

metodologías SAO, SME y SAC aplicadas en su conjunto y de manera consecutiva se puede ver en Adreit et al. (2009) para una región francesa; y la aplicación individual de la metodología SME se puede observar en Terán et al. (2010), Linares (2012), Terán et al. (2017), Chen et al. (2018) entre otras aplicaciones en cada uno de los modelos.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que los sistemas complejos es una realidad, y que las organizaciones al ser sistemas complejos y que a la vez se encuentran inmersos en sistemas sociales complejos, la teoría orgánica va ganando terreno sobre la teoría burocrática, al requerir las organizaciones mayor flexibilidad y metodologías de análisis organizacional adaptables a los sistemas complejos tanto a nivel organizacional como a nivel de sistema organizacional.

El abordaje de los sistemas complejos se ha dado a través de las ciencias de la complejidad, siendo su aplicación en las ciencias sociales un espacio en exploración. En el plano metodológico y aplicado las organizaciones como entes individuales y como conformantes del sistema social se encuentra también en fase de desarrollo a través de metodologías y plataformas específicas que han cimentado las bases para fortalecer los estudios organizacionales desde la perspectiva de los sistemas complejos, sin embargo aún

queda mucho camino por recorrer aunque se avizora viabilidad científica.

BIBLIOGRAFÍA

- Adreit, F., Roggero, P., Sibertin-Blanc, C. y Vautier, C. (2009). Using Soclab for a Rigorous Assessment of the Social Feasibility of Agricultural Policies. Toulouse: Life Project led by Ecobag-ADERA.
- Álvarez, N. (2018). Sistemas, complejidad y autopoiesis: una relación con la organización. *Revista de Economía & Administración*, 15, 53-70.
- Andrighetto, G., Campenni, M., Cecconi, F. y Conte, R. (2010). The Complex Loop of Norm Emergence: A Simulation Model en Takadama, K., Cioffi C. y Deffuant, G. (eds.), *Simulating Interacting Agents and Social Phenomena: The Second World Congress, Agent-Based Social Systems*, 7, 19-35.

- Bertalanffy, Ludwig von (2018). Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Bohórquez, L. (2013). La organización empresarial como sistema adaptativo complejo. *Estudios Gerenciales*, 127, 258-265. <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2013.05.014>.
- Braun, E. (2016). Caos, fractales y cosas raras. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Burns, T. y Stalker, G. (1961). *The Management of Innovation*. Londres: Tavistock Publications Ltd.
- Casanova-Pérez, L., Martínez-Dávila, J., López-Ortiz, S., Landeros-Sánchez, C., López-Romero, G., Peña-Olivera, B. (2015). El agroecosistema comprendido desde la teoría de sistemas sociales autopoieticos. En *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(4), pp.855-865.
- Castañeda, G. y Ibarra, I. (2010). Detección de fraude con modelos basados en agentes: las elecciones mexicanas de 2006. *Perfiles Latinoamericanos*, 18, 43-69.
- Chen, W. C., Chen, W. H. y Yang, S. Y. (2018). A Big Data and Time Series Analysis Technology-Based Multi-Agent System for Smart Tourism. *Applied Sciences*, 947(8), 1-21.
- Crozier, M. (1964). *Le phénomène bureaucratique*. Paris: Seuil.
- Crozier, M. y Friedberg, E. (1990). *El actor y el sistema*. Ciudad de México: Alianza Editorial.
- Dilthey, W. (2018). *Historia de la Filosofía*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Ferber, J. (1999). *Multiagent Systems - An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. Addison Wesley.
- Fernández, J. (2006). *Fundamentos de la organización de empresas: Breve historia del management*. Madrid: Narcea Ediciones.
- García, R. (2000). *El conocimiento en construcción*. De las

- formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Guerrero, O. (2016). La administración pública en las Humanidades. Ciudad de México: Seminario de Cultura Mexicana. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Guthrie, W. K. C. (2017). Los filósofos griegos. De Tales a Aristóteles. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Landreth, H. y Colander, D. (2006). Historia del pensamiento económico. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Linares, F. (2012). Una simulación multi-agente del mecanismo de generalización de una norma social. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 138, 19-40.
- Luhmann, N. (1982). Organización y decisión. Autopoiesis, acción y entendimiento comunicativo. Madrid, España: Anthropos Editorial.
- Maldonado, C. (2005). Ciencias de la complejidad: ciencias de los cambios súbitos. Odeón. *Observatorio de economía y operaciones numéricas*, 2, 85-125.
- Maldonado, C. y Gómez, N. (2011). El Mundo de las Ciencias de la Complejidad. Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Maturana, H. & Varela, F (1973). De máquinas y seres vivos: Una teoría sobre la organización biológica. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Molano, L. F. (2012). Gestión compleja y biodesarrollo: la organización, un sistema autopoietico. *Revista de la Universidad de la Salle*, 59, 27-55.
- Pérez, R. (2012). La revolución científica. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Rivas, L. (2009). Evolución de la teoría de la organización. *Universidad & Empresa*, 17, 11-32.

- Rodríguez, L. y Leónidas, J. (2011). Teorías de la complejidad y ciencias sociales. Nuevas Estrategias Epistemológicas y Metodológicas. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 30, 2.
- Rodríguez, L., Roggero, P. y Rodríguez, P. (2015). Pensamiento complejo y ciencias de la complejidad. Propuesta para su articulación epistemológica y metodológica. *Argumentos. Estudios críticos de la sociedad*, 28(78), pp.187-206.
- Santillán, H. (2015). La teoría social de Niklas Luhmann como metodología de diagnóstico. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10.
- Schelling, T. (1969). Models of Segregation. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 59(2), 488-493.
- Segrado, R., González, A., Arroyo, L y Palafox, A. (2010). El desarrollo de Cancún, analizado desde la teoría de los sistemas complejos. *Gestión Turística*, 14, 9-32.
- Silas, J. (2007). Aportaciones de la teoría de la autopoiesis al análisis de las instituciones de educación superior. *Perfiles Educativos*, 114, 90-130.
- Terán, O., Quintero, N., Ablan, M. y Álvarez, J, G. (2010). Simulación Social Multiagente: Caso Reserva Forestal de Caparo. *Interciencia*, 35(9).
- Terán, O., Vielma, J. y Jabbour, G. (2017). Simulación de la Adaptación Organizacional al Cambio Estructural. *Ciencia e Ingeniería*, 38(3).
- Weber, M. (1924). *The Theory of Social and Economic Organization*. New York: Oxford University Press.
- Zapata, G. (2006). Las formas organizativas: el Dilema entre la Teoría Burocrática y la Teoría Orgánica. *Compendium*, 16, 67-82.