

LAS EMPRESAS COMO SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEJOS

UNA REVISIÓN DE TEMA

BUSINESS AS COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS: A TOPIC REVIEW

CARLOS J. MARTÍNEZ MONCALEANO¹

 ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8165-5989>
E-mail: carlos.martinez@usco.edu.co

EDINSON O. DELGADO RIVAS²

 ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4736-0436>
E-mail: oswaldodelgador@gmail.com

JASMIDT VERA CUENCA³

 ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8965-0661>
E-mail: jasmidt.vera@usco.edu.co

¹Magíster en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad. Universidad Surcolombiana

²Magíster en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad. Universidad Surcolombiana

³Magíster en Matemáticas Aplicadas. Universidad Surcolombiana

RESUMEN

En el presente artículo, se propone que las organizaciones empresariales son sistemas adaptativos complejos. Para sustentar esta tesis, se hace una revisión documental del concepto y de las características de los sistemas adaptativos complejos, para, seguidamente, exponer sintéticamente, los aportes de diversos estudios relacionados con el tema. Se concluye que un mayor acercamiento de las ciencias de la complejidad a los contextos empresariales, favorecerá la aparición de herramientas teórico metodológicas, que permitirán interpretar, modelar y resolver los distintos problemas ligados a las empresas y a su entorno.

ABSTRACT

In this paper, it is proposed that business organizations are complex adaptive systems. To support this idea, a theoretical review of the concept and characteristics of complex adaptive systems is made, considering the contributions of different studies related to the subject. A greater approach of Complexity Science to business contexts, will favor the appearance of theoretical methodological tools, which will allow to interpret, model and solve different problems related to business environment.

PALABRAS CLAVE

Desarrollo empresarial
Estrategia
Estudios Organizacionales
Teoría de la Complejidad
Producción

JEL: D20; M10; M11; M21; Y50

KEY WORDS

Business development
Complexity Theory
Strategy
Organizational Studies
Production.

JEL: D20; M10; M11; M21; Y50

Para citar este artículo | To cite this article

Martínez Moncaleano, C. J., Delgado Rivas, E. O. & Vera Cuenca, J. (2023). Las empresas como sistemas adaptativos complejos: una revisión de tema. *Revista FACCEA*, Vol. 13(1), 104-113pp.



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

INTRODUCCIÓN

Hay que ser claros y enfáticos, concebir las organizaciones empresariales como sistemas lineales y algorítmicos, libres de incertidumbre, de turbulencia y de caos, es un error, por el contrario, las organizaciones empresariales son claramente sistemas impredecibles, caóticos y alejados del equilibrio y, por ende, para entenderlas, hay que concebirlas como entes complejos que interactúan con una enorme cantidad de agentes endógenos y exógenos que influyen en sus actividades y desarrollo.

Por tanto, se entiende que:

“Las organizaciones empresariales son sistemas complejos, dado que su comportamiento se explica más en función de las interacciones que de las acciones de los agentes. Las interacciones facilitan el surgimiento de condiciones novedosas que son absorbidas por el sistema promoviendo su evolución” (Arévalo, 2013, p.264).

Las empresas son, así mismo, “organizaciones vivas” es decir que hay que verlas como si fueran organismos que se adaptan a las condiciones del contexto a través de la auto-organización y en las cuales las estructuras son disipativas y coevolucionan (Contreras et al., 2012). Hablar de empresas, por tanto, es hablar de un conjunto de agentes que presentan comportamientos emergentes y no lineales.

Por otro lado, no es fácil medir o definir la complejidad de un sistema, por lo tanto, establecer que tan compleja es una organización es un tópico arduo, a la vez que necesario de abordar. Para Maldonado (2007) existen cuatro mecanismos para medir la complejidad de un sistema:

- Medición de la entropía de un sistema
- Medición fractal de un sistema
- Medición de la termodinámica del no equilibrio
- Medición algorítmica de un sistema.

La medición de estas variables, no solo permite establecer el grado de complejidad de un sistema, si no, caracterizar, predecir y entender las dinámicas y los ciclos propios del mismo y la forma como este interactúa con su entorno.

En este sentido, se entiende que con el nacimiento institucional la complejidad - véase, particularmente, con la creación de Instituto Santa Fe - y debido a los aportes de, entre otros, John Holland, padre de los algoritmos genéticos, el estudio de los sistemas adaptativos complejos se ha perfilado como un tópico fundamental dentro de las ciencias de la complejidad y de cómo las propiedades emergentes de un sistema, lo puede afectar de forma global (Carmichael y Hadzikadi, 2019). Holland (1997) define entonces un sistema adaptativo complejo como una red dinámica de muchos agentes - que pueden representar las células, especies, individuos, empresas, naciones etc. - cuyo control tiende a ser muy disperso y descentralizado, siendo el comportamiento global del sistema, el resultado de un gran número de decisiones tomadas en cada momento por muchos agentes individuales, en tanto que Dooley (2022) propone que el estudio de los sistemas adaptativos complejos corresponde a un término general que se refiere a una meta-teoría y a un amplio conjunto de suposiciones, construcciones y modelos.

La teoría de los sistemas complejos adaptativos ha sido un tópico bastante estudiado en diversas ciencias

tanto naturales como sociales, habiendo tenido, especialmente, una aceptación y un desarrollo importante en áreas como la sociología, la economía, la biología, la administración o las ciencias de la computación y ha permitido el análisis de diversos fenómenos contextuales, siendo un pilar clave en el estudio de la complejidad, dado que se enmarca en la necesidad de mejorar y comprender la teoría de la complejidad, en el suministro de datos y técnicas susceptible a la investigación de los sistemas complejos y en la exploración epistemológica de la complejidad (Manson 2001).

Considerado lo anterior, el presente artículo se desarrolla de la siguiente manera: en primer lugar, se hace una corta exposición metodológica, seguidamente, se realiza un acercamiento del concepto de sistemas adaptativos complejos a las organizaciones empresariales considerando los aportes de diversos autores sobre el tema y, por último, se exponen unas conclusiones finales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio de enfoque básico - documental, se realizaron una serie de consultas en la web, considerando producciones bibliográficas, específicamente 50 artículos de investigación científica enmarcados en el objeto de estudio, de los cuales, se tomaron directamente los aportes de 31 textos. Se tuvieron en cuenta las bases de datos *Google Scholar* y *Science Direct*. Dentro de los criterios de búsqueda, se usaron los términos “sistemas adaptativos complejos y organizaciones” “complex adaptive systems” y “business complexity”.

Se realizó una síntesis de los aportes de diversos autores, enfatizando en los objetivos de sus estudios y las conclusiones más significativas de los mismos (tabla 1).

Las empresas y los sistemas adaptativos complejos

En primer lugar, se considera el trabajo de Uluhan y Aydin (2014), quienes parten del hecho de que las organizaciones contemporáneas se enfrentan a retos significativos, a unas dinámicas de competencia intensa y a unos mercados rápidamente cambiantes; tanto aspectos internos como externos del negocio se ven afectados por cambios tecnológicos, de necesidades del cliente, de dinámicas de mercado, así como de diversas regulaciones. El aporte de este estudio, se centra en apuntar a un mejor entendimiento el proceso de negocios por medio de la teoría de los sistemas complejos adaptativos y sus principios básicos, en la propuesta estratégica de la empresa.

En este sentido, Chiva (2004) pretende hacer una unión entre la gestión de diseño con otros enfoques teóricos convergentes, basados en la idea de los sistemas adaptativos complejos y de las ciencias de la complejidad, para los cuales propone cuatro actividades clave: las relaciones de los miembros de la firma con el entorno, las relaciones entre el personal y el diseño de productos, el incremento del flujo de información al máximo y la promoción de una participación heterogénea en las decisiones en los procesos de diseño.

Tabla 1.
Ruta metodológica del estudio.

Fases del estudio	1	2	3
	Consulta en bases de datos	Análisis de los estudios más significativos	Síntesis y conclusiones

Así mismo, Dooley (1997) parte de tres paradigmas de las ciencias administrativas: la teoría de sistemas, la ecología de poblaciones y el procesamiento de información, esto con el fin de analizar el cambio organizacional empresarial a través del marco de sistemas adaptativos complejos. Se establece que una organización adaptativa verdaderamente compleja sería la más adecuada en ambientes semi-turbulentos y turbulentos donde el cambio es inminente y frecuente.

Ademas, Liua et al. (2020) proponen la teoría de los sistemas adaptativos complejos, para ofrecer una base versátil y universal para el concepto de un modelo de negocio, enfocándose tanto en aproximaciones teóricas como en distintas aplicaciones prácticas, siendo la adaptación un elemento central.

Por otra parte, Palmberg (2009), en su estudio, busca contribuir al desarrollo de la comprensión y de las metáforas para la gestión organizacional la cual evoluciona como respuesta a las condiciones cambiantes. Se formulan dos objetivos: el primero se centra en explorar y describir implicaciones organizativas de la gestión de procesos, y el segundo consiste en explorar y describir el concepto de sistemas adaptativos complejos desde una perspectiva de gestión organizacional. Esto, se desarrolla por medio de un conjunto de artículos científicos.

La gestión del talento humano y los sistemas adaptativos complejos

En su estudio, Buitrago (2016) enfatiza en el diseño de un marco conceptual para comprender el aprendizaje organizacional y la generación de conocimiento en las organizaciones desde el enfoque de los sistemas adaptativos complejos, por medio de una aproximación conceptual dada la literatura consultada, destacándose, dentro de las conclusiones propuestas en este trabajo, que solamente es posible para una organización aprender en tanto pueda resolver los problemas y retroalimentar sus partes del aprendizaje teniendo como insumo principal los flujos de información.

Por lo tanto, se concluye que entre mejores sean los flujos de información en la organización, mayor será la probabilidad de resolver los problemas y lograr la sostenibilidad de la empresa en el tiempo.

En el artículo de Baltaci (2017) se parte de la idea que las redes de personas son interactivas e interconectadas y que existe la necesidad de desarrollar mecanismos adaptativos en la complejidad propia de las organizaciones. Se promulga por un liderazgo adaptativo basado en la solución creativa de problemas, como una respuesta a los modelos tradicionales de las empresas apoyándose en el marco del conocimiento y del aprendizaje organizacional.

Por otra parte, Petrevska & Kostoska (2019) Proponen un estudio sobre las organizaciones empresariales en la era digital, en el que las empresas son precisamente, sistemas complejos, que deben responder de manera efectiva a los cambios y a los ambientes impredecibles de los paisajes de la economía digital. Considerando la teoría de los sistemas complejos adaptativos, se enfatiza que en muchas situaciones, no se tiene control sobre las coyunturas empresariales siendo de fundamental incorporación la gestión de riesgos de forma integrada. Se concluye que la información importante no se caracteriza por ser rígida y prescrita, por el contrario, los flujos de información de la empresa vienen en diferentes formas, frecuencias y fuentes.

En el mismo sentido Ramos, Marques Quintero, Navarro, & Rico Ramon (2018) hacen una revisión del concepto de sistema adaptativo complejo en la gestión de equipos, utilizando un enfoque de revisión

sistemática. Se seleccionaron 92 artículos publicados durante los últimos 17 años para integrar la gestión de equipos en el contexto de la complejidad. La revisión contribuye a la teoría y la práctica de los equipos al ofrecer formas de identificar tanto los métodos de investigación como las técnicas de gestión que los académicos y profesionales pueden aplicar para el mejoramiento continuo en las dinámicas de los equipos.

Por último, Scheneider y Somers (2006) ven el liderazgo como un sistema adaptativo complejo y como este puede afectar indirectamente a la organización, a través de las variables mediadoras de la identidad organizacional y de los movimientos sociales. Asimismo, describen dos metodologías no lineales: la simulación de sistemas dinámicos y las redes neuronales artificiales, esto, para permitir el desarrollo y la prueba de un modelo de liderazgo bajo los supuestos de la teoría de la complejidad.

Multiplicidad y sistemas complejos

Polese, Mele & Gummerson (2017) parten del concepto de cocreación de valor, enfatizando que este proceso no es un asunto diádico, si no que ocurre en entornos extendidos. Proponen que no es un proceso centrado en modelos logísticos, ni tampoco es un fenómeno de valor centrado en el cliente y que precisamente parte de una complejidad inmersa en la cocreación de valor dado el gran número de actores que intervienen. Es así que consideran distintos términos dentro de su propuesta como es el de variedad, representada en las variantes del fenómeno, la variabilidad, es decir los continuos cambios que experimenta la organización e indeterminación, dada la aleatoriedad del contexto.

Aguila (2020) hace un acercamiento conceptual de las empresas al paradigma de la complejidad, incorporando conocimientos pertinentes para el entendimiento de las organizaciones tales como la teoría del caos y el enfoque de los sistemas adaptativos complejos, enfatizando en la modelización. En este sentido, al ser un sistema complejo, la empresa debe asumir el reto de la incertidumbre como condición epistemológica ineludible, así como aprender a lidiar con ella.

Por otra parte, Carrillo (2016) explora algo tan intrínseco y tan característico de la empresa como lo es la identidad corporativa, señala que la identidad corporativa es un sistema complejo por cuanto ha de tener la capacidad de adaptarse a las condiciones de los mercados y a las diversas contingencias dentro y fuera de la organización. En este sentido, expone la gradualidad, el pluralismo, la complementariedad, la integralidad y la solidaridad como principios clave en modelos de autoorganización. Concluye que la empresa, dada su relación con el entorno, adopta distintos comportamientos los cuales generan cambios estructurales.

Por su parte, Blanco (2005) hace un acercamiento de las teorías de la complejidad a diversos cambios en el macroentorno. Expone que nuevas situaciones han eclosionado en las últimas décadas en sistemas económicos, sociales y financieros alejados del equilibrio, en donde se presenta el caos. Esas nuevas situaciones las cuales presentan características holísticas, según cada uno de los elementos dependen del todo, de cada uno de los demás y donde se presenta la interrelación de las partes. El nuevo paradigma del pensamiento empresarial, entonces, debe considerar aspectos como la aceptación de la globalidad, la complejidad como una oportunidad, los nuevos enfoques matemáticos, los sistemas alejados del equilibrio, la entropía positiva, la nueva racionalidad, estando ligada a una visión de mundo holístico y a los valores organizacionales. Concluye, entre otras cosas, que las empresas deben aceptar la complejidad y las interrelaciones y no buscar una visión reduccionista dentro de su campo de acción.

Camarena (2016) hace una exposición de las diferentes concepciones de organización que han surgido para explicar dichas entidades. Dentro de las distintas concepciones planteadas, enfatiza en el enfoque sistémico de la organización, en el cual se abordan distintos temas como la estructura de la empresa, la generación de valor o el liderazgo.

Baumann (2015) propone que los modelos de sistemas adaptativos complejos han renovado el trabajo teórico sobre una cuestión fundamental: ¿cómo las organizaciones pueden adaptarse eficazmente a sus entornos?

Los aportes del estudio se centran en la búsqueda de soluciones a conjuntos de elecciones interdependientes, el desafío de equilibrar los procesos de exploración y explotación y la toma de decisiones en la empresa. Asimismo, se señalan varios desafíos y compensaciones que pueden limitar el poder explicativo y el impacto eventual en la modelización empresarial y esbozar futuros acercamientos de los sistemas complejos adaptativos.

Iñigo & Albareda (2016) plantean que las empresas se involucran en nuevos procesos, estrategias y comportamientos en la gestión de innovación. Como tal se entiende, que los procesos innovadores obedecen a unas dinámicas no lineales, recursivas y autoorganizadas que puede estudiarse como sistemas adaptativos complejos. Se proponen cinco componentes ontológicos de innovación sostenible: el operacional, el colaborativo, el organizacional, el instrumental y el holístico.

En el trabajo de Wollmann y Arns (2017) se parte de la no linealidad y del pensamiento sistémico en la era de la información y el conocimiento, en el que han surgido diversos modelos emergentes. En este sentido, si la empresa quiere operar en un mercado competitivo, debe implementar precisamente este tipo de modelos basados en los sistemas complejos en sus procesos de toma de decisión. A partir de la propuesta de un modelo conceptual basado en los sistemas adaptativos complejos y en la evaluación del mismo, se concluye que los agentes son los responsables de la interacción y del proceso de decisión y que son quienes determinan y articulan la dirección en la que se desarrollará el sistema empresarial en el tiempo.

La integración de los sistemas complejos adaptativos en la gestión organizacional, se ha estudiado, también, desde los emprendimientos y sus emergencias (Roundy, Bradshaw y Brockman, (2018), la gestión integrada de sistemas (Domingues, Sampaio y Arezes, 2015) y las capacidades de innovación y sostenibilidad (Van de Wetering, 2017).

Finalmente, se considera el nuevamente el estudio de Arévalo Bohorquez (2013) quien concluye que:

Los sistemas adaptativos complejos, tales como las organizaciones empresariales, pueden ser comprendidos a partir de la emergencia, la autoorganización y la evolución; características relacionadas con comportamientos no lineales alejados del equilibrio. Por lo tanto, la búsqueda de equilibrios (estabilidad) que caracteriza a la administración desde la corriente de pensamiento principal deja de ser pertinente para el estudio de la organización, dado que reduce los niveles de creatividad e innovación, al igual que limita la capacidad de respuesta a las condiciones cambiantes del entorno (p.264).

Considerando lo anterior, se proponen las siguientes características de las empresas desde los sistemas

adaptativos complejos:



Empresas como sistemas adaptativos complejos

1. Las empresas navegan en entornos impredecibles y cambiantes.
2. La respuesta adaptativa es fundamental para el desarrollo de las organizaciones.
3. La gestión del aprendizaje organizacional es un elemento de enorme importancia para el crecimiento de la empresa.
4. El flujo de información en la empresa, es fundamental por cuanto genera una visión interna y externa de la misma y permite procesos adaptativos.
5. Las organizaciones empresariales son sistemas abiertos, no lineales y en cuya evolución intervienen un gran número de factores.
6. Estados de no equilibrio y de descentralización, pueden facilitar las acciones de innovación.
7. La modelación computacional, se presenta como una importante herramienta para la toma de decisiones.
8. Hay que entender a la organización empresarial desde nuevas y novedosas perspectivas, que permitan dinámicas más adecuadas en su entorno.

CONCLUSIONES

En primer lugar, se entiende que las ciencias de la complejidad, nacidas con los estudios de las estructuras disipativas y de los fractales, entre otros, han sido una respuesta al tradicionalismo científico centrándose en el estudio de lo no lineal, lo no algorítmico, las emergencias y los sistemas alejados del equilibrio, habiendo tenido un importante desarrollo tanto en las ciencias sociales y como en las ciencias naturales.

En este sentido, las organizaciones empresariales deben ser concebidas de una manera distinta. Es un error ver las empresas como sistemas cerrados, lineales y estáticos en el tiempo, en cambio, se deben considerar como sistemas complejos, abiertos, no lineales, que están en constante movimiento, evolución e interrelación con el entorno.

Actualmente, se han hecho análisis de contextos empresariales desde la teoría de los sistemas adaptativos complejos. Diversos estudios, han abordado, con interesantes resultados, las problemáticas empresariales dados modelos teóricos y computacionales complejos, lo cual permite concluir que un mayor acercamiento de las ciencias de la complejidad a las ciencias económico administrativas, favorecerá la aparición de herramientas teórico metodológicas, que permitirán interpretar, modelar y resolver los distintos problemas ligados a las organizaciones empresariales y a su entorno.

Reflexión final

Es importante entender las dinámicas organizacionales dentro de un contexto cambiante, ambiguo y fluctuante, en el que, pasamos de una concepción organizacional de sistema cerrado, en el que los

elementos exógenos juegan un papel secundario en la forma en la que la organización opera y se desarrolla en el tiempo, a un sistema abierto, en el que se presentan diversas disrupciones, interrelaciones y procesos irreversibles.

La organización, entonces, se entiende como un elemento dinámico que se ha de adaptar dada a una gestión del aprendizaje verosímil, a unos procesos innovación constante, a una participación activa del capital humano y a procesos que en general, se conciben desde la no linealidad y de los estados fuera del equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguila, L. D. (2020). La perspectiva de la complejidad en las Ciencias de la Gestión. Departamento Academico de Ciencias de la Gestion. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/171817>
- Baltaci, A. (2017). Complexity leadership: a theoretical perspective. *International Journal of Educational Leadership and Management*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1126739.pdf>
- Baumann, O. (2015). Models of complex adaptive systems in strategy and organization research. *Mind and Society*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2600018
- Blanco, L. (2005). Complejidad, caos y administración de empresas. un acercamiento desde los sistemas de la información y del conocimiento. *Economía y Desarrollo*, 201-242. <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425541308009.pdf>
- Bohorquez L.E (2013). La organización empresarial como sistema adaptativo complejo. *Estudios Gerenciales*. <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v29n127/v29n127a15.pdf>
- Buitrago, S. (2016). Marco conceptual del conocimiento y el aprendizaje organizacional del enfoque clásico al de los SAC. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4518>
- Camarena, J. (2016). La organización como sistema: el modelo organizacional contemporáneo. *Oikos Polis*, 135-174. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2415-22502016000100005&script=sci_abstract
- Carrillo, E. (2016). La identidad corporativa como sistema adaptativo complejo. 658 - 675: *Repositorio De La Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 658-675. <https://riico.net/index.php/riico/article/view/36>
- Carlisle Y., & McMillan, E. (2006). Innovation in organizations from a complex adaptive systems perspective. *E:CO*, 2-9. <http://oro.open.ac.uk/2620/>
- Carmichael T. Hadzikadi M. (2019) *The fundamentals of complex adaptive systems*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20309-2_1

- Chiva, R. (2004). Repercussions of complex adaptive systems on product design management. *Technovation*, 707-711. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-e25883fd-1439-325a-9b67-3c3ae1fb0f31>
- Contreras Torres F., Barbosa Ramirez D., Castro Rios G, (2012). La Organización como sistema complejo: implicaciones para la conceptualización de liderazgo. *Criterio Libre*. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/criteriolibre/article/view/1179>
- Dooley, K. (1997). A complex adaptive systems model of change. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 69-97 <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022375910940>
- Dooley K. (2022) Purchasing, supply chain and management research. Center for Organizational Research & Design (CORD)
- Iñigo, E., & Albareda, L. (2016). Understanding sustainable innovation as a complex adaptive system: a systemic approach to the firm. *Journal of Cleaner Production* . <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616301032>
- Larrañaga, M., & Ortega, M. (2016). Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) desde el enfoque de sistemas adaptativos complejos. *Sistemas, Cibernética e Informática*, 83-87. <https://www.iiisci.org/journal/risci/Abstract.asp?var=&id=HA010BD15sp>
- Liua, J., W.Tong, T., & Sinfield, J. (2020). Toward a resilient complex adaptive system view of business models. *Long Range Planning*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024630120302296>
- Holland, J. (2004) *El Orden oculto de cómo la adaptación crea la complejidad*, Editorial: Fondo de Cultura Económica (1 Enero 2004), Idioma: Español, Tapa blanda: 200 páginas ISBN-109681668359 <https://www.casadellibro.com.co/libro-el-orden-oculto-de-como-la-adaptacion-crea-la-complejidad/9789681668358/1002293>
- Maldonado C.E (2007). *El Problema de una teoría general de la complejidad. complejidad; ciencia, pensamiento y aplicaciones*. Bogotá D.C. <https://www.redalyc.org/pdf/595/59541545016.pdf>
- Maldonado C.E. & Gómez N.A. (2010). *El Mundo de las ciencias de la complejidad: un estado del arte*. Editorial Universidad del Rosario. Bogota D.C. https://www.ugr.es/~raipad/investigacion/excelencia/seminarioXV/2011_el_mundo_de_las_ciencias_de_la_complejidad.pdf
- Manson S.V. (2001) Simplifying complexity: a review of complexity theory. *Geoforum* 32(3): 405-414, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001671850000035X>
- Montañez A.G.J. (2015). *El otro como estructura disipativa. reflexiones*. San José, <https://www.redalyc.org/pdf/729/72946471011.pdf>

- Palmberg, K. (2009). Beyond process management: exploring organizational applications and complex adaptive systems. <https://www.semanticscholar.org/paper/Beyond-process-management-exploring-organizatioPalmberg/c84cc7d7df16e1d9388fe45f9b150938ba295a04>
- Petrevska, R., & Kostoska, O. (2019). Adaptative organizations in the digital age: complexity, creativity and Innovation., (págs. 357 - 355). North Macedonia. <https://biblio.ugent.be/publication/8648563>
- Polese, F., Mele, C., & Gummesson, E. (2017), Value Co-creation as a complex adaptive process. *Journal of Service Theory and Practice*, 27, 926-929. <https://doi.org/10.1108/JSTP-07-2017-0111>
- Ramos, P., Marques Quintero, P., Navarro, J., & Rico Ramon. (2018). Teams as complex adaptive systems: reviewing 17 years of research. Sage. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1046496417713849>
- Roundy, P. T., Bradshaw, M. and Brockman. (2018). The emergence of entrepreneurial ecosystems: A complex adaptive systems approach. *Journal of Business Research*, 86(1): 1-10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296318300328>
- Uluhan, E., & Aydin, M. (2014). Complex Adaptive Systems Theory in the Context of Business Process Management. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-06191-7_10
- Schneider, M., & Somers, M. (2006). Organizations as complex adaptive systems: Implications of Complexity Theory for leadership research. *The Leadership Quarterly*, 351 - 365. <https://psycnet.apa.org/record/2006-09637-003>
- Wollmann, D., & Arns, M. (2017). The strategic decision-Making as a complex adaptive System: A Conceptual Scientific Model. *Complexity*. <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2017/7954289/>
- Van de Wetering R. (2017) organizational sustainability-oriented innovation capabilities: a complex adaptive systems perspective. *Current Opinion in Enviromental Sustainability* <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877343517300295?via%3Dihub>