

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Impacto de la biología en los modelos de gestión y control organizacional

Artículo de revision

Lina Alejandra Ramirez Medina

**Bogota D.C
2016**

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Impacto de la biología en los modelos de gestión y control organizacional

Artículo de revision

Lina Alejandra Ramirez Medina

Carlos Franco

Administracion en Logistica y Produccion

Bogota D.C

2016

Impacto de la biología en los modelos de gestión y control organizacional

1. Introducción:

El control organizacional ha sido percibido como una de las funciones fundamentales del proceso administrativo (planeación, organización, dirección, control) y por esta razón, se puede evidenciar que desde los autores clásicos (por ejemplo, Taylor, Fayol, Weber, Mayo) ha existido un desarrollo simultáneo de las teorías organizacionales paralelo al control organizacional. En estos trabajos predominan las perspectivas restrictivas del control, tales como los modelos Marxistas y el modelo burocrático de Weber, cuyo núcleo es la dominación coercitiva del comportamiento de los trabajadores y es una de las nociones que más ha influenciado los mecanismos de control de muchas organizaciones hasta el momento. Esto se ha traducido en principios aplicados como lo son el carácter legal de las normas y reglamentos, el carácter racional de la división del trabajo, las jerarquías de autoridad, las rutinas y los procedimientos estandarizados (Dávila,1985).

Es posible identificar entonces, que desde el inicio de las organizaciones han existido modelos de control rígidos como los sistemas mecanicistas y formales en donde la perspectiva racional sobresale y no se tienen en cuenta los aspectos humanos en el diseño de los sistemas. Estos modelos de control rígidos, estandarizados y centralizados suponen un problema para el adecuado desarrollo estratégico y operativo de las organizaciones; en palabras de Bohórquez (2011): “los sistemas de control tradicional incluyen instrumentos orientados a la búsqueda de equilibrios estables tales como la centralización, la estandarización y la especialización, los cuales limitan o reducen las posibilidades de actuación de los individuos y por tanto disminuyen la posibilidad de responder rápida y efectivamente ante nuevas circunstancias”(p.308).

Sin embargo, desde los sistemas biológicos se pueden observar aportes de autores que destacan la ausencia de control y su consecuente funcionamiento armónico a través de propiedades como la auto-organización y la emergencia. De esta forma, este artículo de revisión tiene como objetivo identificar las aproximaciones teóricas que se han realizado en torno a los principales aportes que los modelos biológicos han hecho a la gestión administrativa y

específicamente al control organizacional mediante el análisis de la producción bibliográfica realizada en los últimos 10 años.

2. Metodología:

Para este trabajo se realizará una revisión de tipo descriptiva y se desarrollará en dos etapas metodológicas principales, así: **i)** recopilación y revisión de la literatura; **ii)** presentación de los hallazgos y avances más importantes que se han realizado en torno al tema.

La primera etapa, contempla la búsqueda, recolección y revisión de la literatura relevante para el proyecto. Para ello, se tendrán en cuenta artículos publicados en revistas indexadas (principalmente ISI y Scopus) en inglés y español. También se evaluarán libros publicados por editoriales reconocidas (académicas o comerciales). A la vez que se identifica y se recolecta la literatura, se hará la lectura general de los textos y se elaborarán fichas de resumen para identificar los aspectos y las contribuciones más importantes de cada texto revisado. Los textos se clasificarán en tres niveles: i) aquellos que describen modelos de gestión y control organizacional, ii) aquellos que describen modelos biológicos y iii) aquellos que han explorado la relación entre los modelos de control organizacional y los biológicos. Hecho esto, se elegirán los textos (mínimo 30 referencias) más significativos para el proyecto y se organizarán de acuerdo con la estructura específica de un artículo de revisión.

En la segunda etapa, se realizará la identificación y descripción de los principales avances tomando como base la literatura revisada en la etapa anterior. Se realizará un estado situacional acerca del uso de metáforas y modelos biológicos en el ámbito de gestión y control organizacional destacando los modelos de control biológico inspirados por la teoría de la auto-organización y la inteligencia de enjambres.

3. Desarrollo y discusión

En la literatura revisada, se puede identificar que existen varios estudios y autores que proponen a la biología como un área de estudio que resulta ser de bastante influencia para el desarrollo de nuevos modelos de sistemas complejos en diferentes áreas del conocimiento. De hecho, desde la década de los 60 se introdujo el término “bio-inspirado” para demostrar la fuerte relación entre un sistema particular y un sistema biológico que tienen capacidades y características similares. La mayoría de las técnicas bio-inspiradas están orientadas a la solución de problemas y sus primeras y más potenciales aplicaciones se realizaron en la ingeniería, sin embargo, estudios más recientes han demostrado aplicabilidad en el campo de las comunicaciones, robótica, software y de la administración.

Por su parte, la ingeniería ha identificado todas las posibilidades que otorga la biología y se ha inspirado en ella para crear herramientas computacionales, de optimización, de redes, inteligencia artificial etc.. Algunas de las herramientas más conocidas en la literatura y utilizadas son:

- *Redes neuronales artificiales*: es un grupo de neuronas interconectadas que usan un modelo matemático o computacional para el procesamiento de la información. Puede ser usado para modelar relaciones complejas entre entradas y salidas o para encontrar patrones de datos. Como por ejemplo son utilizadas en las ciencias económicas para predecir series de tiempo económicas como lo es el comportamiento de la tasa representativa del mercado (TMR) (Oquendo, 2012), o la predicción del precio del petróleo (Villada, Arroyave, & Villada, 2014). También se han realizado importantes aplicaciones en la medicina como lo ha hecho Spenceley (2007) y Libralao et al. (2004).

- *Inteligencia de enjambres*: corresponde a un “grupo de técnicas que están basadas en el estudio del comportamiento colectivo en sistemas autoorganizados y descentralizados (distribuidos). Estos sistemas están conformados típicamente por una población de agentes computacionales simples capaces de percibir y modificar su ambiente de manera local. no existe una estructura centralizada de control que dictamina cómo los agentes deben comportarse, pero las interacciones locales entre los agentes usualmente llevan a la emergencia de un comportamiento global” (Muñoz, et al., 2008, p.2). Las técnicas más utilizadas son la

optimización por enjambre de partículas, PSO y la optimización por colonia de hormigas ACO y su aplicación se realiza en campos como transporte, minería de datos, control de robots y optimización a problemas de distribución.

- *Algoritmos evolutivos*: Son técnicas de búsquedas utilizadas en computación para encontrar soluciones reales o aproximadas a problemas de optimización. La mayoría de estos algoritmos se basan en la teoría Darwiniana de la evolución; por ejemplo, Goldberg (citado por Dressler, 2008) expone que los algoritmos genéticos, una clase de algoritmos evolutivos, usan técnicas inspiradas en la biología evolutiva como la herencia, mutación, selección natural y la recombinación. Su aplicación más relevante aborda los problemas de optimización multi-objetivo con restricciones y con parámetros continuos (Hernando, Niño, Nathalia, & Quijano, 2011).

- *Sistema artificial inmune*: es una clase de algoritmo de optimización inspirado en el funcionamiento del sistema inmune cuyo rol principal es proteger al cuerpo de infecciones; por lo tanto, el mayor objetivo del sistema artificial inmune es detectar eficientemente cambios en el ambiente o desviaciones del comportamiento normal del sistema, se ha utilizado mayormente en solucionar problemas de ingeniería complejos (Cortés, & Coello, 2004).

Por otro lado, y particularmente los detalles más destacables de los artículos revisados sobre el control que se aplica en la biología, hacen referencia a que es un control completamente distribuido. Dressler, 2008 afirma que cada subsistema tiene su propio proceso de control y que cada uno se opera por sí solo, sin necesidad de coordinación perfecta con todos los otros sistemas participantes. El control distribuido hace referencia a una total ausencia de control en el sentido clásico (ya sea interno o externo) que sea responsable de guiar o dirigir el sistema. Todos los componentes y sub-sistemas contribuyen uniformemente al resultado. Esto puede denominarse más comúnmente en la literatura, como control auto-organizado.

Se expone que en el control auto-organizado, la actividad de cada componente depende de sus relaciones con los otros componentes y se desarrollan a través de reglas “simples”, donde mutuamente aplican mecanismos de retroalimentación (positiva y negativa) y autorregulación para realizar conjuntamente tareas complejas.

Las técnicas auto-organizadas que se implementan para realizar control en los sistemas biológicos son conocidas en la literatura con el nombre de *auto-propiedades*. La siguiente tabla resume las técnicas que son más relevantes y posibilitan el control distribuido.

Tabla No. 1 - Principales técnicas de auto-organización

Auto-propiedad	Descripción
Auto- configuración	Método para generar o re-generar configuraciones adecuadas, dependiendo de las circunstancias actuales del entorno.
Auto- diagnóstico	Mecanismo para hacer que el sistema autónomamente verifique y compare los resultados y su desempeño actual con valores de referencia.
Auto- curación	Método para cambiar configuraciones y parámetros operacionales del sistema completo para compensar fallas existentes.
Auto- reparación	Técnica similar a auto-curación, pero haciendo énfasis en mecanismos de reparación para las partes defectuosas del sistema.
Auto- optimización	Habilidad para optimizar los parámetros operacionales locales de acuerdo a los objetivos globales
Auto- protección	Método para proteger el sistema y sus componentes contra influencias ambientales no deseadas.
Auto-administración	Asegura que el sistema pueda cuidar de sí solo dependiendo de los parámetros actuales del sistema. Incluye los anteriores mecanismos como auto-curación, auto-configuración, auto-diagnóstico, auto-reproducción etc...

Fuente: Adaptado desde Dressler (2008).

Mediante la revisión de literatura realizada en artículos y libros publicados en las revistas indexadas y editoriales de alto reconocimiento académico, se evidenció que las ciencias biológicas dentro del ámbito administrativo, han servido en su mayor amplitud solo para profundizar conceptualmente el entendimiento de la organización, su evolución y nuevas alternativas de gestión.

En efecto, esto puede verse reflejado en la gran cantidad de autores que exponen metáforas biológicas como métodos para evidenciar diferentes concepciones sobre las organizaciones: Lessem, (citado por Restrepo et al., 2010) las visualiza como un árbol de conocimientos, Morgan (1991) las concibe como máquina, cárcel, cerebro, sistema político y cultura. Mientras que muchas otras concepciones hacen referencia a una perspectiva organicista (Scheinonh, 2000; Tönnies, 1936; Capra, 1998). Otras metáforas más recientes relacionan la gestión de las organizaciones con modelos genéticos (Montoya 2012).

Por su parte, la metáfora que analiza el sistema de control en las organizaciones la realiza Beer (1997) y Senge (1998) quienes lo asemejan con el sistema nervioso e inmunológico del cuerpo humano; para Senge (1998) todos los organismos saludables tienen procesos de control que son distribuidos; si el sistema inmunológico tuviera que pedir permiso para actuar, la infección se propagaría por todo el organismo. En el mismo sentido, Pauli (1997) asegura que el sistema inmunológico, aparte de ser auto organizador, es el mejor modelo de gerencia descentralizada y de empoderamiento.

Uno de los primeros y más influyentes autores en estudiar el control fue Nobeit Wiener quien a través de datos de biología analizó el proceso de regulación de los seres vivos para dar nacimiento a la ciencia de la cibernética la que definió como ciencia de la comunicación y el control en el animal y en la máquina (Wiener, 1949).

La premisa básica de la teoría cibernética es que cualquier sistema vivo se desarrolla mediante procesos circulares de comunicación y control dentro del mismo sistema. Aquí el control se ejerce mediante mecanismos de Feedback (positivo y negativo) que es la capacidad de respuesta que conduce a la regulación del sistema.

En este mismo sentido, es Beer Stafford quien basado en los principios aportados por Wiener realiza una de los más conocidos aportes al ámbito de la teoría de las organizaciones con su modelo de sistemas viables (MSV) dentro de su teoría de “cibernética organizacional”

(Beer, 1959), en donde se establecen las condiciones necesarias que toda organización debe cumplir para asegurar su perdurabilidad (Dyna & Viables, 2012)

Continuando con la revisión bibliográfica, se encontró que existe abundante y amplia literatura sobre el control organizacional, biológico y sobre modelos bio-inspirados; pero sin embargo, no existe una base teórica sobre la cuál sustentar el análisis y estudio de mecanismos de control biológicos como modelos aplicables al control organizacional. La mayoría de las aplicaciones de los modelos bio-inspirados se realizan a áreas de manufactura, industria, ingeniería y operaciones. Las aproximaciones más cercanas a la propuesta investigativa ya planteada se encuentran en el marco de la inteligencia de enjambres.

La inteligencia de enjambres ofrece alternativas para diseñar sistemas en el que el control centralizado y tradicional es reemplazado por operaciones distribuidas donde las interacciones entre los individuos conducen a la emergencia de comportamientos inteligentes previamente desconocidos (Bonabeau, 1999, pg. 67)

Sin embargo, Se puede concluir entonces que, aunque la mayoría de los autores concuerdan en que no debería existir ningún controlador central que guie o dirija las actividades del sistema, estas solo corresponden a idealizaciones que no trascienden los marcos conceptuales.

4. Conclusiones

Todos los mecanismos y técnicas expuestas que utiliza la biología, son muy valiosas para la administración y la gestión organizacional, porque además de posibilitar control y a la vez generar autonomía, hacen posible que el sistema como un todo exhiba comportamientos de adaptación, robustez, flexibilidad y novedad; características necesarias para asegurar la supervivencia de las organizaciones en entornos dinámicos y turbulentos. La adaptación y robustez posibilitan reacciones frente a los cambios del entorno y el ajuste a ellos sin afectar la organización autónoma del sistema. La capacidad para evolucionar en función de los requerimientos internos y para co-evolucionar según las necesidades externas también resulta ser muy pertinentes

Se puede evidenciar que la biología aporta un principio fundamental para implementar en las empresas nuevos mecanismos de control que se ajusten a la dinámica y a los requerimientos actuales de las organizaciones que es la auto-organización. Se propone como un referente potencial para la solución de los problemas asociados con el control clásico que fueron expuestos en la introducción de este artículo relacionados con la pérdida de creatividad, autonomía e innovación.

La auto-organización permite idealizar empresas en donde el control sea distribuido, donde la supervisión esté en manos de sus miembros valiéndose de autogerencia y autonomía para que de esta forma capturen y construyan conocimiento para entenderse a sí mismas y a su entorno. Sin embargo, como se mencionó anteriormente todo esto queda únicamente en idealizaciones teóricas.

Es de esta forma que, mediante la bibliografía consultada para el desarrollo de este artículo, se puede resumir que los principales aportes que desde las ciencias biológicas se han hecho a la gestión organizacional en general, se pueden clasificar en aportes conceptuales y aportes instrumentales.

No obstante, en la revisión bibliográfica se encontró que la producción de literatura y conocimiento por parte de la administración ha sido débil y casi que nula. La ingeniería es quien debe llevarse todos los méritos, porque con su enfoque instrumental de construcción de técnicas y herramientas de ingeniería ofrece a la gestión empresarial apoyos como por ejemplo lo podrían ser las redes neuronales, los algoritmos evolutivos, sistemas artificiales entre otros.

5. Referencias

- Beer S. Cybernetics and Management. English Universities Press. 1959
- Bohórquez, L. E. (2011). Sistemas de control estratégico y organizacional. Críticas y desafíos. *Revista Ciencias Estratégicas*, 19(26), 307-322.
- Bonabeau, E., Dorigo, M., & Theraulaz, G. (1999). Swarm intelligence. recurso electrónico. from natural to artificial isystems. New York Oxford University Press 1999.
- Cortés, N. C., & Coello, C. A. C. (2004). Sistema inmune artificial para solucionar problemas de optimización (Doctoral dissertation, PhD thesis, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional)
- Dávila, C. (1985). Teorías organizacionales y administración: enfoque crítico. McGraw-Hill.
- Dressler, F. (2008). Self-organization in sensor and actor networks. recurso electrónico. Chichester, West Sussex, England Hoboken, N.J. Wiley c2008
- Dyna, A., & Viables, D. S. (2012). Cibernética organizacional: modelo de sistemas viables, 87, 372–376.
- Hernando, C., Niño, V., Nathalia, S., & Quijano, C. (2011). Inventarios Mediante Algoritmos Genéticos, 8(c), 156–162.
- Montoya, L. A., & Montoya, I. A. (Eds.). (2012). Metáforas Biológicas aplicadas a las organizaciones. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID)
- Morgan, G. (1991). Paradigms, metaphors and puzzle solving in organization theory. *Administrative Science Quarter*, 4 (25), 605-622.
- Pauli, G. (1997). Upsizing: ciencia generativa. Manizales: Instituto ZERI-Universidad de Manizales
- Ruiz, C. & Hernandez, M. (2007) El control en las organizaciones: un marco de estudio, conocimiento, innovacion y emprendedores. 3366-3382.

- Restrepo, M., Alexandra, L. U. Z., Restrepo, M., Alonso, I., Domínguez, C., Fernando, O., & Ciencias, O. (2010). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90920479004>.
- Senge, P (1998). *La quinta disciplina: Cómo impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. Argentina: Granica
- Villada, F., Arroyave, D., & Villada, M. (2014). Pronóstico del precio del petróleo mediante redes neuronales artificiales. *Informacion Tecnologica*, 25(3), 145–154. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000300017>
- Wiener, N. (1949). *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. *Psychological Bulletin*. <https://doi.org/10.1037/h0051026>