

La geometría fractal en la gestión de las empresas: una perspectiva para el abordaje organizacional en tiempos de incertidumbre

Fractal Geometry in Business Management: An Organizational Approach in Times of Uncertainty

<https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0202>

Carla Giuliana Guanilo Pareja^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-6578-9685>
giulianaquanilo1991@gmail.com

Lidia Ysabel Pareja Pera¹

<https://orcid.org/0000-0003-3003-145X>
lidistanca@gmail.com

Carlos Enrique Guanilo Paredes²

<https://orcid.org/0000-0001-8935-5366>
cguanilop@gmail.com

Recibido: 18/06/2023

Aceptado: 25/09/2023

RESUMEN

La vinculación de la geometría fractal en la gestión empresarial se plantea como una perspectiva para afrontar los desafíos organizacionales en periodos marcados por la incertidumbre (Mandelbrot, 1982). Esta idea se sustenta en la analogía observada en numerosos fenómenos naturales, donde se evidencian comportamientos fractales, incluso en sistemas geológicos. Asimismo, en el entorno, la coexistencia de caos y orden se manifiesta en diversas proporciones (Camacho, 2015). Ya desde las décadas de los 70 y 80 del siglo pasado, se han llevado a cabo estudios que exploran la relación entre el proceso organizacional y la naturaleza caótica del entorno (Weik, 1976), la "anarquía organizada" (March y Olsen) (Guerrero, 2007), y la aplicabilidad de la complejidad en estos procesos (Gallardo, 2022). En este contexto, la aplicación de principios fractales permite inferir una complejidad intrínseca en las dinámicas empresariales, resaltando patrones no lineales y estructuras autosemejantes. En correspondencia, el propósito del presente estudio radica en realizar una disertación sobre el potencial de aplicabilidad de los fundamentos de la geometría fractal en la gestión organizacional. La investigación sigue un enfoque positivista, no experimental, de carácter documental e interpretativo; llevada a cabo mediante el análisis de contenido y matrices relacionales. Los resultados sugieren perspectivas de aplicación al inferir que la gestión empresarial, en su naturaleza dinámica y cambiante, se enfrenta continuamente a escenarios impredecibles, considerándolos en momentos particulares, sistemas abiertos que responden al medio. Sobre estas ideas, la geometría fractal, estrechamente vinculada a la teoría del caos, se presenta como un recurso que proporciona perspectivas conceptuales para gestionar la variabilidad e irregularidad presentes en los procesos organizacionales. Por tanto, considerando estas premisas, las empresas pueden explorar su capacidad para adaptarse a entornos turbulentos, identificando relaciones no lineales y optimizando estrategias en función de la autoorganización inherente a los sistemas fractales.

Palabras clave: geometría fractal, gestión, empresa.

1. Universidad Femenina del Sagrado Corazón.
 2. Universidad Autónoma del Perú
- * Autor de correspondencia: giulianaquanilo1991@gmail.com

ABSTRACT

The utilization of fractal geometry in business management is posited as a perspective to confront organizational challenges during periods marked by uncertainty (Mandelbrot, 1982). This idea is grounded in the analogy observed in numerous natural phenomena, where fractal behaviors are evidenced, even in geological systems. Additionally, in the environment, the coexistence of chaos and order manifests itself in various proportions (Camacho, 2015). Since the 1970s and 1980s, studies exploring the relationship between organizational processes and the chaotic nature of the environment (Weik, 1976), "organized anarchy" (March and Olsen) (Guerrero, 2007), and the applicability of complexity in these processes (Gallardo, 2022) have been conducted. In this context, the application of fractal principles allows inferring intrinsic complexity in business dynamics, highlighting non-linear patterns and self-similar structures. In correspondence, the purpose of this study lies in expounding on the potential applicability of fractal geometry fundamentals in organizational management. The research follows a positivist, non-experimental, documentary, and interpretative approach; carried out through content analysis and relational matrices. The results suggest perspectives for application by inferring that business management, in its dynamic and changing nature, continually faces unpredictable scenarios, considering them as particular moments, open systems that respond to the environment. Based on these notions, fractal geometry, closely linked to chaos theory, emerges as a resource providing conceptual perspectives for managing the variability and irregularity present in organizational processes. Therefore, considering these premises, companies can explore their capacity to adapt to turbulent environments, identifying non-linear relationships and optimizing strategies based on the self-organization inherent in fractal systems.

Keywords: Fractal geometry, management, Enterprise

INTRODUCCIÓN

En el análisis inicial de una circunstancia o dificultad, se suelen realizar simplificaciones para su abordaje. Esta tendencia a simplificar, sin embargo, podría tener significativas implicaciones que trascienden la esfera individual, al extenderse al ámbito colectivo en la gestión empresarial y el ámbito de lo social; ello, en analogía, por ejemplo, con lo planteado por Mattone (2023), cuando señala:

Para el abordaje profundo de las prácticas corporales no alcanza con analizar sus elementos estructurales o su llamada lógica interna (Parlebas, 2001; Crisorio, 2001). Es más, características como la hegemonía, tradición o los valores en un deporte, gimnasia o danza particular, no pueden explicarse por sí mismas. Es necesario

interrogar el marco cultural y contexto socio-histórico que, siempre es particular en cada manifestación de la práctica. (p.2).

Es decir, inicialmente puede haber simplificaciones, pero se requiere un análisis más profundo del contexto para un abordaje integral de los fenómenos objeto de estudio.

Asumida esta premisa, y adentrándonos en el escenario de la gestión organizacional, han surgido diversos enfoques que encuentran en las dimensiones metafísicas, científicas y matemáticas, entre otras; referencias que puedan explicar y coadyuvar en los procesos de toma de decisiones presentes en el entorno empresarial. Sin duda, en este punto, cabe considerar como referencia lo expresado por Cardona (2021) con relación, por ejemplo, en la gestión de organizaciones universitarias:

Discursos que van desde el plano internacional, nacional y local, que catapultan y dan sentido a prácticas institucionales que se conectan de manera escalar con los discursos hegemónicos sobre la gestión universitaria. Reflexionar sobre lo anterior significaría conectar acontecimientos disímiles de relaciones que son a la vez globales y locales, donde los vínculos no surgen de una necesidad, sino de acontecimientos que se conectan en un orden no necesariamente predecible y con consecuencias diversas en el espacio social; por lo tanto, para quienes desean pensar la universidad, se hace necesario el ejercicio genealógico. (p.85).

Efectivamente, una práctica de ejecución genealogista que persigue, según Núñez, citado en Cardona (2021): “buscar a qué tácticas, dispositivos y fuerzas responden los saberes científicos y las instituciones vigentes, además de identificar también las tácticas y las fuerzas a la que responden los saberes de la gente” (p.85).

Así pues, como se ha mencionado, ese proceso inicial de simplificación, común en el abordaje inicial, revela su limitación cuando se aspira a un entendimiento profundo de los fenómenos. Esta premisa, respaldada por las citadas reflexiones de Mattone (2023) sobre la necesidad de contextualizar prácticas corporales, encuentra paralelismo, también, en la gestión organizacional de Cardona, donde diversas dimensiones, como las metafísicas, científicas y matemáticas, se han explorado para comprender y contribuir a los procesos de toma de decisiones en el entorno empresarial.

Al expandir la reflexión hacia la gestión en organizaciones complejas, sin duda resaltan la interconexión de los enfoques que, en la actualidad, se presentan en los más diversos escenarios, conformando prácticas institucionales que, en última instancia, sugieren la necesidad de un ejercicio genealógico donde podría tener cabida una perspectiva desde la geometría fractal.

En este orden, la comunidad científica contemporánea ha liderado un debate constante sobre el caos, el desorden y aperiodicidad, utilizando estos conceptos para explicar fenómenos naturales. Estas teorías han permitido el surgimiento de distintos perfiles en la filosofía de la ciencia, delineando límites en la capacidad predictiva y proporcionando un nuevo marco para entender fenómenos aleatorios en diversos campos del conocimiento.

En este orden de ideas, la aplicabilidad de los conceptos de la geometría fractal en la gestión empresarial, por ejemplo; entre muchas otras, tal como lo expresa Braun (1996):

Durante el último cuarto de siglo se ha venido generando una revolución en el mundo de las ideas científicas: el estudio de los fractales y el caos. Las aplicaciones de tales teorías son verdaderamente enormes e incluyen la física, las matemáticas, la biología, la medicina, la economía la lingüística y otras muchas gamas del saber humano. En todas ellas se dan situaciones que, tratadas con los procedimientos en uso, no pueden ser explicadas satisfactoriamente. (p.2).

Efectivamente, el estudio de los fractales ha revelado una interesante propiedad que imparte a estas formas geométricas una particularidad: la autosimilitud. En este caso, un fractal es una figura que conserva su estructura al cambiar de escala (Braun, 2003). En este orden, las tradicionales muñecas rusas podrían ser una analogía de este fenómeno. Con sus sucesivas capas de similitud, sirve como ilustración didáctica, donde cada muñeca encapsula una réplica de sí misma, pero de dimensiones reducidas. Este proceso de cambio de escala, cuando se lleva al extremo teórico de un conjunto infinitamente grande de muñecas, sugiere la construcción de un fractal, aunque se reconoce la imposibilidad práctica de materializar tal conjunto. (Braun, 2003)

Otro ejemplo se encuentra en la imagen en una etiqueta de una caja de chocolates, donde la representación de la caja y su etiqueta se repite en una sucesión aparentemente infinita. Sin embargo, cabe señalar que esta similitud se ve limitada por razones evidentes al intentar llevarla al infinito. (Braun, 2003)

La noción de autosimilitud no es ajena a la historia del pensamiento, como se evidencia en las especulaciones de Gottfried Wilhelm Leibniz en el siglo XVII (citados Braun, 2003), quien propuso que una gota de agua podría contener un universo completo, extendiéndose a niveles infinitesimales. Aunque estas ideas fueron descartadas posteriormente debido a la falta de evidencia experimental, resurgen en las décadas de 1960 y 1970 con la obra de Mandelbrot. (Braun, 2003).

En este contexto renovado, se ha demostrado que la autosimilitud se manifiesta en diversos fenómenos y situaciones, marcando un resurgimiento significativo de estas concepciones en la comprensión moderna de la geometría fractal. De allí, que podría inferirse como una herramienta significativa y con potencial para cuantificar y cualificar acciones y decisiones en la gestión empresarial, entre otras áreas.

Desde esta perspectiva, cabe considerar también el paradigma de las teorías del caos, el cual, emerge como un prisma analítico fundamental para iluminar aspectos cruciales en la comprensión de la complejidad inherente a los sistemas dinámicos no lineales.

Este enfoque encuentra su aplicación esencial en el estudio de las organizaciones, concebidas aquí como sistemas que evolucionan en el tiempo, cuyas relaciones entre variables determinantes exhiben una naturaleza no lineal. En este contexto, las teorías del caos se revelan como herramientas pertinentes para aportar una comprensión profunda de nuestras organizaciones contemporáneas. (Navarro, 2000).

Así, las organizaciones, bajo esta óptica caótica, sugieren una inherente inestabilidad, la presencia de fenómenos autoorganizativos y la preeminencia de procesos de carácter no lineal. Este entorno dinámico se ve marcado, asimismo, por la significativa influencia de elementos aleatorios en la determinación de futuros imprevisibles. Por tanto, las teorías del caos servirían como lentes a través de las cuales se puede apreciar la complejidad e imprevisibilidad que definen el devenir de las organizaciones contemporáneas. (Navarro, 2000).

De esta manera, la adopción de la perspectiva caótica implica una reconsideración profunda de la comprensión organizativa, abriendo paso a la exploración de diseños fractales como estructuras subyacentes a estas entidades. La concepción de una organización como un sistema fractal, con un diseño a nivel celular, se presenta como una posibilidad sugerente y pertinente en este marco analítico.

La integración de esta estructura fractal con una gestión de la complejidad organizativa, desde su propia complejidad, se erige como un enfoque coherente y pertinente, por así decirlo. En esencia, si consideramos a la empresa como un sistema complejo, resulta imperativo gestionarla de manera acorde y en correspondencia con su propia complejidad.

La convergencia de dos elementos clave, el diseño fractal y la gestión compleja, encuentra su resonancia en una comprensión holística de la organización desde la perspectiva del caos. Este enfoque invitaría a una reflexión profunda sobre la naturaleza intrínseca de las organizaciones, proporcionando un marco teórico robusto para abordar la imprevisibilidad, la autoorganización y la no linealidad que caracterizan su dinámica. (Navarro, 2000)

Todo ello, conlleva al propósito de esta comunicación que implica una disertación sobre el potencial de aplicabilidad de los fundamentos de la geometría fractal en la gestión organizacional. Ello, realizado desde un enfoque interpretativo, con base a una revisión documental y análisis de contenido.

Ello, resulta significativo por cuanto toda gestión empresarial está en función al desempeño de su talento humano, mucho más si este cumple labores de responsabilidad y toma de decisiones en un nivel de autoridad. De esta manera, como es el elemento humano quien asume posiciones de solución frente a los problemas que surgen en el accionar empresarial, su actuación dependerá de la formación, experiencia y creatividad.

Así pues, las consideraciones emanadas de esta comunicación permitirían ampliar horizontes, valorando conocimientos y fundamentos, en este caso vinculados a la Geometría Fractal. En última instancia, la aplicación de las teorías del caos, fractales y complejidad, no sólo enriquece el abordaje de comprensión sobre las organizaciones, sino que también sugiere estrategias innovadoras para su diseño y gestión en un mundo caracterizado por la complejidad y la incertidumbre de la actual dinámica global.

DESARROLLO

Organizaciones y caos: Una aproximación a su pertinencia

Las teorías del caos conforman un corpus intelectual diverso y extenso, dedicado al estudio de sistemas dinámicos, particularmente aquellos caracterizados por su complejidad intrínseca.

Este conjunto abarca diversas corrientes teóricas, entre las cuales se destacan la teoría de los sistemas abiertos alejados del equilibrio, la teoría de las catástrofes, la teoría de los atractores extraños, la teoría de los sistemas complejos adaptativos, la teoría del caos determinista, la teoría de la criticalidad autoorganizada y la teoría de los sistemas autopoieticos, por mencionar algunas. (Navarro, 2000).

La teoría de los sistemas abiertos alejados del equilibrio, propuesta por Glansdorff, Prigogine, Nicolis y Stengers, destaca la importancia de los sistemas que evolucionan fuera del equilibrio termodinámico, subrayando la emergencia y autoorganización en entornos dinámicos. Por otro lado, la teoría de las catástrofes, según Thom, explora cambios abruptos en sistemas a través de modelos matemáticos, arrojando luz sobre eventos críticos y transformaciones no lineales. (Navarro, 2000). Las teorías de los atractores extraños y los sistemas complejos adaptativos aportan perspectivas sobre la imprevisibilidad y la adaptación en sistemas complejos. Mientras la primera examina la presencia de comportamientos no periódicos, la segunda destaca la adaptabilidad y evolución de sistemas en respuesta a su entorno. El caos determinista, enunciado por Abraham, Shaw, Schuster, Crutchfield y Lorenz, destaca la sensibilidad a condiciones iniciales en sistemas dinámicos, cuestionando la previsibilidad a largo plazo.

Por otro lado, la criticalidad autoorganizada, propuesta por Bak y Chen, enfoca la atención en estados críticos que facilitan la autoorganización y la adaptación. (Navarro, 2000). Finalmente, la teoría de los sistemas autopoieticos, desarrollada por Maturana y Varela, se centra en la autoorganización y la autorregulación interna de los sistemas complejos.

Cada una de estas teorías, surgidas en contextos geográficos y disciplinarios diversos, convergen en un interés compartido: la exploración y comprensión de sistemas dinámicos complejos. En conjunto, estas perspectivas teóricas ofrecen contribuciones para entender la complejidad intrínseca de nuestras organizaciones contemporáneas, aspecto este que amplía los enfoques a considerar en el abordaje de las organizaciones.

Del Equilibrio a la Vitalidad en Sistemas Alejados del Equilibrio

Otra interesante perspectiva la expone Navarro (2000) al considerar el concepto de equilibrio. Este, según la perspectiva de Prigogine y Stengers (citados en Navarro, 2000), se vincula estrechamente con un estado de máxima entropía, caracterizado por un desorden molecular máximo.

Una ilustración sencilla de este principio se encuentra al verter tinta en un vaso de agua, donde la solución, con el tiempo, alcanza un equilibrio mediante una distribución uniforme, como la que se observa en un cristal. Este estado de homogeneidad máxima es representativo de sistemas en equilibrio, donde la falta de homogeneidad y la conservación de una diferenciación interna definen sistemas alejados del equilibrio. (Navarro, 2000).

Los sistemas alejados del equilibrio, por su parte, mantienen una dinámica que se opone a la homogeneidad. En este contexto, la falta de equilibrio no se traduce en desorden caótico, sino en la preservación de una diferenciación interna que confiere vitalidad al sistema. Los sistemas vivos, paradigmáticamente, se erigen como ejemplos notables de sistemas alejados del equilibrio, y las organizaciones, en tanto entidades dinámicas, se suman a esta categoría. (Navarro, 2000).

Un rasgo distintivo de los sistemas alejados del equilibrio es su dependencia del continuo intercambio con el entorno, ideas aportadas por Jou y Llebot, citados en Navarro (2000). Así que, cuando esta interacción cesa, el sistema tiende a transitar hacia un estado de equilibrio, perdiendo su vitalidad y capacidad de respuesta.

En términos organizativos, esta enseñanza resalta la importancia de la interacción con el entorno. Es el flujo constante de entradas desde el entorno y la generación de salidas hacia él lo que mantiene a la organización alejada de su posición de equilibrio. La vitalidad organizativa, por ende, se encuentra intrínsecamente ligada a su capacidad para perpetuar la interacción dinámica con el entorno.

Esta noción revela una comprensión dinámica de las organizaciones, destacando que su capacidad de adaptación y cambio continuo es esencial para su vitalidad. Así, el alejamiento del equilibrio se configura como un indicador positivo de la salud y la capacidad de respuesta de una organización en su entorno cambiante y desafiante.

En todo caso, esta perspectiva dinámica abre un horizonte conceptual valioso para la comprensión y gestión eficaz de organizaciones en un contexto caracterizado por la complejidad y la constante evolución.

La Empresa como Sistema Socio-técnico Adaptativo: Una Mirada Fractal al Liderazgo y la Sostenibilidad

Un enfoque complementario es sugerido por Cabada, Bueno y Morcillo (2020), donde asumen a la organización como un sistema socio-técnico abierto, enmarcado en la naturaleza compleja adaptativa expuesta por Holland, el cual orientó el análisis propuesto por Bueno y Valero (1985) y Bueno (1993), (citados en Cabada, Bueno y Morcillo, 2020).

Así pues, la concepción de la empresa como un sistema compuesto por subsistemas interconectados, persiguiendo un propósito común, revela similitudes con las dinámicas inherentes a otros sistemas naturales y artificiales (Gell-Mann, 1994).

Este reconocimiento organiza la base para una revisión exhaustiva de las propiedades fundamentales de los sistemas complejos adaptativos, evitando así situaciones caóticas. Bajo la premisa de la complejidad adaptativa, se adentra en el análisis de fractales como elementos constitutivos, subsistemas o partes que integran e interactúan en el sistema empresarial. La aplicación del diseño fractal, conforme a Raye (2012), da lugar al concepto de "organización fractal" (Warnacke, 1993).

El estudio detenido de las propiedades fractales, según Abele y Bischoff (2001), respalda la argumentación de la necesidad de un "atractor" para mantener el equilibrio del sistema, ejemplificado por la ventaja adaptativa expresadas en Bueno y Morcillo (2019) y ratificadas en Cabada, Bueno y Morcillo (2020).

Así, las propiedades fractales no sólo influyen en la estructura interna de la empresa, sino que también tienen implicaciones para la configuración de su cultura corporativa.

Este análisis conduce a la propuesta de un modelo de cultura fundamentado en procesos de innovación abierta, donde el estilo de dirección emerge como uno de los cuatro elementos constitutivos del modelo cultural (Bueno y Morcillo, 2019). Aquí, se destaca la necesidad de articular este estilo de dirección en torno a la noción de "liderazgo fractal". (Cabada, Bueno y Morcillo, 2020).

Por tanto, la idea de un liderazgo fractal, según la tesis expuesta por Cabada, Bueno y Morcillo (2020), se erige como una modalidad de dirección que responde de manera oportuna para dominar la complejidad intrínseca de la empresa. Esta modalidad de liderazgo no sólo reconocería la estructura fractal del sistema, sino que también asume un papel significativo en la promoción de la sostenibilidad empresarial.

Por tanto, se infiere que la capacidad de respuesta y la adaptabilidad inherentes al liderazgo fractal son esenciales para asegurar la sostenibilidad a largo plazo en el dinámico entorno empresarial. Este enfoque pionero abre nuevas vías para la comprensión y gestión de empresas en un contexto de complejidad y cambio constante.

Desafíos Actuales en la Gestión Organizativa: Adaptación en un Entorno Complejo y Dinámico

Efectivamente, la concepción de la organización como un sistema abierto, según López Moreno (2011), destaca la necesidad de reevaluar las estrategias de gestión tradicionales que se asentaban en paradigmas lineales y en la predicción racional del futuro, tal como señala Nieto de Alba (2011).

La dinámica contemporánea ha transformado radicalmente el panorama, destacando la ineficacia de aproximaciones estáticas y previsibles ante la complejidad del entorno actual. El entorno actual, según evidencia López Moreno, es un terreno de conflicto multidimensional, cuyas manifestaciones abarcan ámbitos políticos, legales, económicos y sociales. Estos conflictos, originados en gran medida por las evoluciones tecnológicas, delinean un panorama de profundo impacto en la dinámica organizativa.

La intersección entre la tecnología y estos ámbitos, por ende, genera desafíos multifacéticos que demandan respuestas y adaptaciones ágiles por parte de las organizaciones. En este contexto, el saber aprehender la complejidad surge como una auténtica revolución en el conocimiento y la gestión organizativa, en el ámbito actual.

La complejidad, en este sentido, no sería percibida como un obstáculo insalvable, sino como una fuente potencial de creatividad y, por ende, innovación y adaptación. De esta manera, la capacidad de las organizaciones para comprender y gestionar la complejidad se convierte en un activo estratégico vital. Una curva de aprendizaje que se constituye en un capital primordial.

En lugar de estrategias de gestión rígidas o lineales, la adaptación a la complejidad exige un enfoque dinámico y flexible. La gestión organizativa debe ser capaz de anticipar y abordar los múltiples vectores de conflicto, así como de incorporar la complejidad en su toma de decisiones. Además, la comprensión de las interrelaciones entre la evolución tecnológica y sus implicaciones en los ámbitos políticos, legales, económicos y sociales se erige como un componente clave para la sostenibilidad y el éxito a largo plazo de las organizaciones en este entorno multifacético.

Complejidad y Teoría del Caos: convergencia para el Estudio de Sistemas Naturales y Sociales

El abordaje de la complejidad se entrelaza intrínsecamente con la teoría del caos, configurando un camino compartido en la ciencia moderna, como señalan Prigogine y Stengers, citados en Cabada, Bueno y Morcillo (2020).

Esta convergencia científica, fruto de esta convergencia, ofrece una vía conceptual rica para el estudio de la complejidad en sistemas naturales y sociales. (Bueno; citado en Cabada, Bueno y Morcillo, 2020). En este contexto, se destaca la presencia de fractales y capacidades de autoreproducción que entran en sintonía con los conceptos de geometría fractal. (Mandelbrot, 1977).

La autosimilitud inherente a los sistemas complejos se manifiesta en la presencia de fractales, entendidos como subsistemas o patrones repetitivos que caracterizan tanto a la naturaleza como a las estructuras matemáticas y sociales (Braun, 2003). La geometría fractal ofrecería, entonces, una perspectiva innovadora para el análisis estratégico en las empresas, propiciando diseños fractales que posibiliten la comprensión y el dominio de la complejidad existente, según las reflexiones de Raye, citado en Cabada, Bueno y Morcillo (2020).

El concepto de fractal, derivado del latín "fractus" o fragmento, revela así patrones repetitivos que facilitan la identificación de la complejidad en estructuras tanto naturales como artificiales. La aplicación de fractales permitiría generar procesos deterministas con el propósito de mantener un cierto orden y un comportamiento equilibrado dentro de límites definidos.

En este contexto, se introduce el concepto de caos -determinista- (Gell-Mann, 1994), que concreta la categoría IV "al borde del caos". Este concepto, según la noción previamente mencionada, busca mantener cierta estabilidad organizativa en medio de la complejidad inherente.

La clase IV: -al borde del caos-, se presenta como un espacio estratégico donde la organización puede capitalizar la complejidad, evitando caer en la rigidez del orden total o en la turbulencia del caos absoluto. El diseño fractal, en este contexto, se postula como una herramienta valiosa para la gestión organizativa, permitiendo la adaptabilidad y el mantenimiento de un equilibrio dinámico.

Atractores y Ventaja Adaptativa: Perspectivas Dinámicas para la Sostenibilidad Empresarial

El logro de un estado de equilibrio en sistemas complejos, según Cambel (1992), requiere la presencia de un atractor, conceptualizado como una representación de un concepto o función que guía hacia el equilibrio. Este atractor, según la perspectiva de Cambel, se revela como una situación que incorpora dimensiones y características fractales, proporcionando información valiosa para superar el comportamiento al "borde del caos".

De esta manera, la noción de atractor actúa como un guía que dirige al sistema hacia un equilibrio o un -nuevo orden- frente a la complejidad existente. En este sentido, orienta los aportes de la propuesta de la ventaja adaptativa por Bueno y Morcillo, citados en Cabada, Bueno y Morcillo (2020), como un concepto y función de atractor, fundamentando un modelo dinámico para buscar el equilibrio en un entorno complejo y cambiante.

La ventaja adaptativa, según la conceptualización de Bueno y Morcillo (op cit), se vincula con la característica de los sistemas complejos adaptativos, es decir, la inferencia de -capacidades de adaptación-. En conjunción con la coevolución, esta función emerge como un marco conceptual que fundamenta la búsqueda activa del equilibrio en la complejidad. La ventaja adaptativa, por ende, se configura como la constante que explica el equilibrio fractal entre los patrones compartidos en los "conjuntos de Julia y Mandelbrot" (Raye, 2012; French, 2012).

Así pues, la ventaja adaptativa, asumiendo el papel de fractal según Bueno (2019) y citado en Cabada, Bueno y Morcillo (2020), establece un diálogo lógico y eficiente entre complejidad, caos y orden. En este sentido, se presenta como una visión conceptual que llama a la reflexión para enfrentar y capitalizar la complejidad inherente a los sistemas organizativos contemporáneos. De esta manera, la capacidad de adaptación, enmarcada en la ventaja adaptativa, no sólo impulsaría la supervivencia sino también el crecimiento y la sostenibilidad empresarial en una dinámica global marcada por el cambio y la incertidumbre.

CONCLUSIONES

La gestión organizacional contemporánea enfrenta desafíos cada vez más complejos, marcados por la intersección de factores tecnológicos, políticos, económicos y sociales. Ante este panorama, la aplicación de enfoques provenientes de la geometría fractal, la teoría del caos y la complejidad adaptativa emergen como una perspectiva innovadora y significativa que pudiera promover la comprensión y gestionar la dinámica de las organizaciones en este contexto cambiante.

En este sentido, se puede inferir que la convergencia entre la teoría del caos y la geometría fractal ofrece una vía conceptual significativa para el análisis estratégico en las empresas. Los conceptos de autosimilitud y atractores actúan como mecanismos reveladores para entender la complejidad inherente a los sistemas dinámicos, permitiendo una gestión más adaptativa y eficiente.

La vitalidad de los sistemas alejados del equilibrio, según la perspectiva de Navarro (2000), revela la necesidad de una constante interacción con el entorno para mantener la diferenciación interna y la capacidad de respuesta. Este principio se traduce en la importancia de una gestión organizacional que reconozca la complejidad y se adapte continuamente a las dinámicas cambiantes del entorno.

El modelo de organización fractal, propuesto por Cabada, Bueno y Morcillo (2020), presenta la empresa como un sistema socio-técnico adaptativo. La aplicación del diseño fractal y la noción de liderazgo fractal resaltan la importancia de estructuras y estilos de dirección que reflejen la complejidad interna y externa de la organización.

Este enfoque no sólo reconoce la estructura fractal del sistema, sino que también destaca el papel crucial del liderazgo en la promoción de la sostenibilidad empresarial. Así mismo, la ventaja adaptativa, como función de atractor, se posiciona como una constante que guía hacia el equilibrio fractal. Esta perspectiva, fundamentada en la coevolución y la capacidad de adaptación, sugiere que la supervivencia y el crecimiento empresarial dependen no sólo de la reacción ante la complejidad, sino de la búsqueda activa de un nuevo orden.

En conclusión, la aplicación de los fundamentos de la geometría fractal en la gestión organizacional representa una oportunidad significativa para comprender y abordar la complejidad y la incertidumbre en el entorno empresarial contemporáneo. De esta manera, al adoptar un enfoque adaptativo, reconocer la importancia del liderazgo fractal y buscar constantemente el equilibrio fractal, las organizaciones pueden no solo sobrevivir, sino prosperar en un mundo caracterizado por la constante evolución y la imprevisibilidad.

REFERENCIAS

- Braun, E. (2003) Caos, fractales y cosas raras. Fondo de cultura económica de España, México.
- Bueno, E. (2011). Complejidad y caos: Un nuevo enfoque de análisis económico de la empresa en la sociedad del conocimiento, en López-Moreno, M.J.: La empresa en el dominio de la complejidad. Madrid, UNESA-Cinca, 123-152. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4914406>
- Cabada, S.; Bueno, E. y Morcillo, P. (2020) El liderazgo fractal para dirigir la complejidad y la sostenibilidad de la empresa en el siglo XXI. Colección participaciones en congresos Universidad a Distancia de Madrid. <https://udimundus.udima.es/handle/20.500.12226/455>
- Camacho Velázquez, R. (2015) Geometría fractal, Teoría del caos, y sus aplicaciones en la Industria Petrolera. Ingeniería petrolera. VOL. 55 No. 12, DICIEMBRE 2015 . ISSN 0185-3899. <https://biblat.unam.mx/hevila/Ingenieriapetrolera/2015/no12/3.pdf>
- Cambel, A.B. (1992). Applied Chaos Theory. A paradigm for complexity. San Diego, Academic Press.
- Cardona Hernández, J.D. (2021). Reconfiguración del campo mundial de las universidades: transformaciones en los procesos contables y de la gestión universitaria. Panorama Económico.
- French, K.L. (2012): The Hidden Geometry of Life, London, Watkins Publ
- Gallardo Velázquez, A. (2022). La importancia de la perspectiva de la complejidad en el estudio de las organizaciones. Revista Gestión Y Estrategia, (23), 36-43. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/gye/2003n23/Gallardo> (Original work published 1 de junio de 2003)
- Gell-Mann , M.(1994) : The quark and the jaguar: adventures in the simple and the complex, New York, W.H.Freeman
- Guerrero Sánchez, P. (2007) Los sistemas complejos y las ciencias sociales: un enfoque organizacional. Administración y Organizaciones.
- Kauffman, S. (1995). En casa en el universo: La búsqueda de las leyes de la autoorganización y la complejidad. Oxford University Press.
- López-Moreno, M.J. (2011): La empresa en el dominio de la complejidad. Madrid, UNESA-Cinca.
- Mandelbrot, B. (1977). La geometría fractal de la naturaleza. Barcelona. Tusquets <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788490669136.pdf>
- Mandelbrot, B. B. (1982). La geometría fractal de la naturaleza. W. H. Freeman. <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788490669136.pdf>
- Mattone, F. (2023). Racionalidad y prácticas corporales. La cultura física peronista y las prácticas-espectáculo de gestión empresarial. Educación Física y Ciencia.
- Navarro Cid, J. (2000). Gestión de organizaciones: gestión del caos. Dirección y Organización, 0(23). doi: <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i23.265>

- Nieto de Alba, U. (2011). "Constituciones científicas y gestión compleja" ", en LópezMoreno, M.J.: La empresa en el dominio de la complejidad. Madrid, UNESA-Cinca, 34-47.
- Núñez, J. (2011) La genealogía como filosofía política en Michel Foucault. México: Plaza y Valdez editores.
- Weick, K. (1976) "Educational Organizations as Loosely Coupled Systems". Administrative Science Quarterly, 21(1), Pp: 1-19.