



Ingeniería Industrial
ISSN: 1025-9929
Fondoeditorial@ulima.edu.pe
Universidad de Lima
Perú

Propuesta teórica: degradación de energía en los niveles jerárquicos de toda organización

Tarantino-Curseri, Salvatore

Propuesta teórica: degradación de energía en los niveles jerárquicos de toda organización

Ingeniería Industrial, núm. 36, 2018

Universidad de Lima, Perú

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337458057009>

DOI: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2453>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Propuesta teórica: degradación de energía en los niveles jerárquicos de toda organización

Theoretical proposal: Degradation of energy in the hierarchical levels of any organization

Salvatore Tarantino-Curseri
Investigador independiente, Venezuela
sig.staran@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2453>
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337458057009>

Recepción: 05 Diciembre 2017

Aprobación: 22 Marzo 2018

RESUMEN:

Este opúsculo, al resaltar la importancia de la interdisciplinariedad, se apoya en la termodinámica a fin de destacar la similitud conductual entre la estructura disipativa de Prigogine y la gerencia en la estructura organizativa de toda organización. Con esto presente, y en el marco de la segunda ley de la termodinámica, se desarrolla una propuesta teórica (hipótesis protocientífica) para determinar “la degradación de energía en los niveles jerárquicos de toda organización”.

PALABRAS CLAVE: termodinámica , teoría de sistemas , gerencia , comportamiento caótico en sistemas , interdisciplinariedad de las ciencias.

ABSTRACT:

This brief work emphasizes the importance of interdisciplinarity, and is supported by thermodynamics in order to highlight the behavioral similarity between Prigogine's dissipative structure and the management of any company's organizational structure. Bearing this in mind and in the framework of the second law of thermodynamics, a theoretical proposal (proto-scientific hypothesis) is developed to determine “the degradation of energy in the hierarchical levels of any organization.”

KEYWORDS: thermodynamics , system theory , management , chaotic behavior in systems , interdisciplinarity of sciences.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta propuesta es propiciar una reflexión holística-hermenéutica-heurística alrededor de la necesaria interdisciplinariedad entre las ciencias naturales y las ciencias sociales, ambas separadas por un abismo cultural milenario que ha impedido mayores avances de los que hemos tenido. Hoy, las ciencias administrativas necesariamente deben romper el cordón umbilical (Taylor, Fayol, Ford, Mayo, Herzberg, McGregor, Simon, Weber, et al.) y transitar por la inter y la transdisciplinariedad que le exige la nueva sociedad del siglo XXI.

Con la interdisciplinariedad, lo que se quiere no es un diálogo entre sujetos (especialistas, representantes de cada disciplina involucrada). No es la simple suma de monólogos, no es una yuxtaposición de conocimientos parcelarios, es más bien una relación recíproca de intercambio y cooperación cognitiva fluida, teórico-práctica, entre varias disciplinas (Rozo Gauta, 1999).

Ahora bien, como hablar de sistemas alejados del equilibrio, estructuras disipativas, entropía y degradación de energía sin incursionar en la episteme propia de la termodinámica, este manuscrito se dividió en dos bloques: el primero (marco teórico) nos permitirá realizar un vuelo rasante, un tanto simplista sobre los conceptos de la termodinámica que nos dará la visión y el piso epistemológico, necesario, para entrar en el segundo bloque (disertación), donde se plantea una propuesta teórica para determinar la degradación de la energía en los niveles jerárquicos de toda organización, y hablaremos del legado de Prigogine, que explica el comportamiento de ese órgano con vida propia que llamamos gerencia como una estructura disipativa,

como un sistema abierto alejado del equilibrio, como una isla autoorganizada, forjada de las entrañas del caos, dentro de un archipiélago de desorden como lo es la empresa.

Antes de entrar en tema, se consideró necesario enfatizar que la idea no es trasladar textualmente conceptos de termodinámica o mecánica estadística al mundo gerencial. Evidentemente no son sinónimos, de modo que no podemos comparar un objeto (átomo, molécula, etc.) con el Homo sapiens (intelecto, hermenéutica, libre albedrío, emociones, motivaciones, actitudes, aptitudes, etc.), pero sí podemos resaltar la similitud conductual entre la estructura disipativa de Prigogine y la gerencia en la estructura organizativa de toda empresa.

Este opúsculo, cual proposición apodíctica aristotélica, es una invitación a implantar experimentos que permitan contrastar, empíricamente, la veracidad o no de la propuesta teórica aquí desarrollada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema

El término “sistema”, como se emplea en termodinámica, se refiere a una cantidad de materia definida y limitada por alguna superficie cerrada (Sears, 1976). Un sistema puede ser cualquier objeto, cualquier cantidad de materia, cualquier región del espacio, etc., seleccionado para estudiarlo y aislarlo de todo lo demás, lo cual se convierte entonces en el entorno del sistema (Abbott y Van Ness, 1991). De esta forma, podemos inferir que todo sistema queda limitado por un contorno, envoltura o límites propios del sistema, que pueden ser reales o imaginarios, y el medio que lo rodea o su entorno (medio ambiente) es la parte del universo próxima al sistema y que se ve directamente afectada en alguna medida por los procesos que le ocurren en él, y esta a su vez afecta al universo que la rodea. Un sistema puede ser un subsistema de un sistema mayor o, incluso, pudiera ser el resultado de la suma de subsistemas.

Ahora bien, de acuerdo con las características de su contorno, paredes o envoltura, el sistema termodinámico puede ser de tres tipos: sistema abierto, cerrado o aislado (figura 1). Para este artículo, tomaremos solo el sistema abierto.



FIGURA 1
Tipos de sistemas termodinámicos
Elaboración propia

2.1.1 Sistema abierto (*comportamiento similar a la gerencia*)

Este sistema se caracteriza por poseer una envoltura permeable o imaginaria, ya que permite el intercambio de materia (correos electrónicos, informes, resultados, acuerdos) y energía (lineamientos, directrices, p. ej.: visión, misión, objetivos, normas) con su entorno. Debido a dicho intercambio, tanto la materia como su

energía son variables, ya que están en función del flujo (intercambio) de estas (materia y energía), desde el sistema hasta el entorno y viceversa.

2.2 El estado termodinámico

El estado termodinámico de un sistema es una condición que está definida por un conjunto de parámetros macroscópicos linealmente independientes (presión p , volumen V , temperatura T , composición química N , etc.) que lo describe y caracteriza.

2.2.1 Equilibrio termodinámico

Un sistema se dice que está en equilibrio termodinámico si y solo si se cumplen simultáneamente los equilibrios mecánico (cuando la suma de fuerzas y momentos sobre cada partícula del sistema es cero), térmico (porque no hay intercambio de calor con el medio externo), electrostático (no hay flujo de carga eléctrica a través de sus paredes y su carga interna es constante) y químico (porque no hay cambio de composición, el número de moles permanece invariable), tanto externos como internos, es decir, cuando no se observa ningún cambio en sus propiedades termodinámicas a lo largo del tiempo y dicha invariabilidad se mantiene aun cuando este se aisle (Medina Domínguez y Ovejero Sánchez, 2010/11).

2.2.2 Trabajo termodinámico (*este también se cumple en la interacción intergerencias*)

No deberíamos hablar de trabajo termodinámico sin antes dedicarle unas pocas líneas a su predecesor, al trabajo mecánico. Y así, de acuerdo con la mecánica, el trabajo (W) es el producto escalar de una fuerza por el desplazamiento de una partícula en un trayecto. De esta forma tenemos:

$$\delta W = (\text{signo} + \text{o} -) \vec{f} \cdot \vec{dx}$$

(1)

En términos termodinámicos, diríamos que, cuando un sistema ejerce una fuerza sobre su entorno, genera un desplazamiento de su envoltura y, así, al producto escalar de dicha fuerza por el desplazamiento de la envoltura lo llamamos trabajo termodinámico del sistema (Gómez-Acebedo, 2009). Como se habrá notado, decimos ya que el trabajo realizado dependerá no solo del estado inicial y final del sistema, sino también dependerá de la trayectoria que se elija. De esta forma, podemos concluir que el trabajo total (W) para que la envoltura se desplace del punto A (x_a) al punto B (x_b) será:

$$W = (\text{signo} + \text{o} -) \int_{x_a}^{x_b} \vec{f} \cdot \vec{dx}$$

(2)

(signo + o -) porque dependerá de la dirección vectorial del desplazamiento y, así, siguiendo las recomendaciones de la Iupac (acrónimo en inglés de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) en cuanto a la convención de signo (direcciones de calor y trabajo), formulada en el 1969 (McGlashan, 1969), se propone que se considere el mismo criterio que en mecánica para el tratamiento de las interrelaciones sistema-entorno. De esta forma, si el desplazamiento de la envoltura es al interior del sistema, y se indica que la fuerza la realiza el entorno hacia el sistema, los diferenciales de calor y trabajo serán positivos y, pero, si

el desplazamiento es hacia el entorno, producto de una fuerza ejercida por el sistema hacia el entorno, los diferenciales de calor y trabajo serán negativos $\delta Q < 0$ y $\delta W < 0$.

2.3 Energía

Su definición ha retado a científicos y filósofos de todos los tiempos. Quizá con ayuda de la etimología podamos aclarar el terreno y, así, encontramos que la palabra “energía” nos viene del latín *energĭa* tomada del griego *enérgeia* (“capacidad de acción”). Su semántica nos señala que energía hace referencia a la capacidad de trabajo. Desde el punto de vista termodinámico, podemos decir que es la capacidad de producir un efecto, un cambio; en otras palabras, es la capacidad que tiene un cuerpo de producir trabajo o transferir calor.

Análogamente, visto desde la perspectiva de la gerencia, es la capacidad que tiene un directivo, gerente o supervisor de producir trabajo, y se manifiesta a través del lineamiento, la directriz y el mandato en la interrelación supervisor-supervisado.

2.3.1 Energía interna (*interacción intersupervisados*)

Estrechamente relacionada con la temperatura, la estructura molecular y su grado de actividad no es más que la suma de todas las formas microscópicas de energía que poseen las moléculas, los átomos y las partículas subatómicas que componen el sistema, y se denota mediante (Çengel y Boles, 2011).

Dicho en otras palabras, la energía interna (U) es básicamente la suma de la energía cinética interna ($E_{c\text{int}}$) y la energía potencial interna ($E_{p\text{int}}$) presentes en el sistema.

$$U = E_{c\text{int}} + E_{p\text{int}}$$

(3)

Por analogía:

- Energía interna: es básicamente la interrelación entre los integrantes de una gerencia, interacción que puede ser medida a través del clima organizacional, clima social y clima psicológico de la gerencia.
- Energía cinética: es la interrelación profesional supervisor-supervisado, que usa los valores morales y éticos (axiología) y el correcto manejo de la identidad (ontología) junto con las emociones y los sentimientos como hilo conductor. Está representada principalmente por la calidad de la motivación y, con ella, el respeto junto con la correcta asignación de responsabilidades acordes con el perfil.
- Energía potencial: está representada por el nivel epistémico (entrenamiento, capacitación) y, con él, la definición clara de las normas, los procesos y los procedimientos necesarios para el cumplimiento de las funciones diarias.

2.4 Termodinámica

La termodinámica (del griego *thermo*, que significa “calor”, y *dinamis*, que significa “fuerza”) es la ciencia macroscópica que se ocupa del estudio de los procesos que implican transformaciones e interacciones de la energía en forma de calor (Q) y trabajo (W). En otras palabras, estudia la conversión de unas formas de energía en otras, y su análisis se basa en el balance (equilibrio) de masa y energía del sistema analizado. La termodinámica se desarrolla a partir de cuatro leyes, pero, para este artículo, solo tomaremos la segunda ley.

2.4.1 Segunda ley (tenga presente el comportamiento de la gerencia)

Su descubrimiento y la base conceptual empezó con el trabajo del joven ingeniero francés Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832), a quien le podemos atribuir la paternidad de la segunda ley de la termodinámica con su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas diseñadas para desarrollar dicha potencia*, publicada en 1824.

Treinta años después, el trabajo iniciado por Carnot fue reformulado por el físico y matemático alemán Rudolf Julius Emmanuel Clausius (1822-1888) en 1854 en su obra *Über eine veränderte Form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie* (Sobre una forma diferente de la segunda ley fundamental de la teoría mecánica del calor) (Solbes y Tarín, 2008) y, en 1865, dio a conocer una nueva función de estado con el nombre de entropía (Çengel y Boles, 2011), cuya etimología viene del griego entrophein, que significa “contenido transformador” o “transformación de contenidos”.

Con la segunda ley de la termodinámica sucedió algo interesante. La condición de ingeniero de Carnot indignó a algunos físicos de la época y sus trabajos fueron despreciados por la comunidad científica (Jaramillo Salgado, 2008). A pesar que su contribución fue teórica, tuvo una fuerte influencia en el desarrollo industrial del siglo XIX.

Con el transcurrir del tiempo, se han formulado varios postulados de la segunda ley de la termodinámica. Entre ellos:

Carnot (1824): la eficiencia de una máquina térmica irreversible es siempre menor que la eficiencia de una máquina reversible que opera entre los mismos dos depósitos. Las eficiencias de las máquinas térmicas reversibles que operan entre los mismos dos depósitos son las mismas (Çengel y Boles, 2011). Dicho en otras palabras, el rendimiento de una máquina de Carnot es independiente de la sustancia de trabajo, pues depende solo de las temperaturas extremas T_1 y T_2 de las fuentes entre las cuales opera, y no puede ser superado por el de otras máquinas que funcionen según ciclos diferentes entre las mismas temperaturas (Rodríguez, 2009).

Clausius (1850): no es posible la operación de un proceso que, funcionando cíclicamente, no haga otra cosa que tomar calor de una fuente fría y transferirlo íntegramente a una fuente cálida (Rodríguez, 2009). Es imposible que una máquina que actúa por sí misma, sin ayuda de un agente exterior, haga pasar calor desde un cuerpo a cierta temperatura hasta otro a una temperatura superior (Faires y Simmang, 1983). Es imposible construir un dispositivo que opere en un ciclo sin que produzca ningún otro efecto que la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura (Çengel y Boles, 2011).

Kelvin-Planck (1897): es imposible que un sistema realice un proceso cíclico cuyos únicos efectos sean el flujo de calor desde una fuente de calor al sistema, y la realización por el sistema de una cantidad de trabajo equivalente sobre el entorno (Levine, 2004). No es posible la operación de un proceso que, funcionando cíclicamente, no haga otra cosa que tomar calor de una sola fuente y convertirlo íntegramente en trabajo mecánico (Rodríguez, 2009). Es imposible construir una máquina termodinámica que, cuando opere según cierto ciclo, no produzca más efectos que efectuar trabajo e intercambiar calor con un solo depósito térmico (Faires y Simmang, 1983). Es imposible construir un dispositivo que opere en un ciclo sin que produzca ningún otro efecto que la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura (Çengel y Boles, 2011). Efectivamente, la máquina térmica no puede convertir el 100 % de la energía recibida en trabajo, ya que parte de esta se disipa a su exterior, comportamiento muy similar a la gerencia.

En esta segunda ley tenemos dos actores importantes: el proceso irreversible y la entropía.

2.4.3 Entropía (en la gerencia y, sobre todo, en la empresa, ¿no hay entropía?)

En términos simplistas, podemos decir que la entropía (S) (del griego , “tropos”, y que significa “evolución o transformación”) es una medida cuantitativa del desorden. Fue Rudolf Clausius quien le dio nombre y la desarrolló durante la década de 1865.

De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, el cambio de entropía de cualquier sistema y su ambiente siempre es positivo.

$$\Delta S_{total} \geq 0$$

(4)

$$dS = S_2 - S_1 = \frac{Q_{1 \rightarrow 2}}{T} = \frac{\delta Q_{reversible}}{T}$$

(5)

$$dS > \frac{\delta Q_{irreversible}}{T}$$

(6)

Para un proceso en general (reversible o irreversible):

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T}$$

(7)

2.4.4 Estructuras disipativas

La teoría de las estructuras disipativas tienen su paternidad bien definida. De hecho, en 1977 se le otorgó a su progenitor el Premio Nobel de Química. Estamos hablando del físico, químico, sistémico y profesor universitario belga de origen ruso Ilya Prigogine, quien de forma magistral estudió, analizó y descifró la otra cara de la termodinámica.

Este ilustre hombre de ciencias, dijo y demostró que el caos es artífice del orden, que el no equilibrio y la no linealidad son creadores del orden.

La disipación de energía y de materia –generalmente asociada a los conceptos de pérdida y rendimiento y evolución hacia el desorden– se convierte, lejos del equilibrio, en fuente de orden; la disipación se encuentra en el origen de lo que podemos llamar los nuevos estados de la materia. Las estructuras disipativas corresponden en realidad a una forma de organización supramolecular (Prigogine y Stengers, 2004, p. 181).

En términos físicos y desde el punto de vista de la termodinámica clásica, el único estado final de un sistema era el equilibrio, y este se lograba a través de un proceso lineal predecible de permanente degradación. Sin embargo, como una reinterpretación de la segunda ley de la termodinámica, hoy sabemos, gracias a la no linealidad de los procesos irreversibles de Prigogine, que los sistemas alejados del equilibrio protagonizan un caos progresivo hasta llegar a un punto que él denominó el “punto de bifurcación” (Prigogine y Stengers, 2004, pág. 192), punto donde el sistema tiene solo dos opciones: regresar al estado de equilibrio original o autoorganizarse hasta constituir una nueva estructura denominada estructura disipativa (un nuevo sistema que sustituirá el sistema original), un nuevo orden que surgirá del desorden (figura 2). La gerencia surge así como producto del desorden que arroja el archipiélago llamado empresa.

Toda empresa está conformada por gerencias. Estas surgen ante la necesidad de agrupar una serie de funciones especializadas a fin de satisfacer los requerimientos estratégicos, administrativos y/o técnicos que coadyuven al bienestar del core business. Esta, cual estructura disipativa, producto de agentes desequilibrantes tanto internos (mal manejo de su energía interna) como externos (proveniente de otra gerencia), disipa energía al exterior impactando el equilibrio general de la empresa y, al final, se tiene una sumatoria de gerencias (islas) que, gracias a los agentes desequilibrantes (de todas las gerencias) y el caos progresivo, ambos producto de muchos factores, entre ellos la degradación de la energía en los diferentes niveles jerárquicos, por instinto de sobrevivencia, se acorazan en su especialidad y se manejan como “minifundios” dedicados a sus “monocultivos” y, al final, se tienen relaciones diplomáticas entre islas que conforman un archipiélago llamado empresa.

En este orden de ideas, vemos en el diagrama de la figura 2 un ejemplo en el que conviven dos sistemas, abierto y cerrado, en una empresa. En él se observa, grosso modo, la justificación de las constantes reestructuraciones que sufren las empresas a lo largo de su ciclo de vida. Como producto de la gestión del cambio, inmerso en el perenne proceso de mejora continua, la empresa busca constantemente mejorar y optimizar sus procesos a fin de mejorar la relación: gasto-inversión-retorno de capital-ganancias. Una de las estrategias para lograr dicho fin es la reestructuración. El alcance de esta lo estipula el número de gerencias que están alejadas del equilibrio, es decir, aquellas gerencias que no cumplen con la efectividad (equilibrio entre la eficacia y la eficiencia) requerida, y activan la necesidad del proyecto de reestructuración.



FIGURA 2

Estructura disipativa

Fuente: (Cazau, s. f.) Elaboración propia

• *BCDB*

Este bucle cumple con las características de un sistema abierto. En él se dan procesos irreversibles que llevan irremediablemente a la gerencia (D) a un estado alejado del equilibrio (B). Estando en el estado B, gracias al caos progresivo (donde la estructura organizativa informal más los infaltables rumores de pasillo y el proceso de reestructuración como tal juegan un rol protagónico en dicho caos), pasa al punto de bifurcación (C). El pasar al punto D o A se verá después de la implantación de la nueva gerencia y lo definirá el nivel de adaptabilidad y sincronización de ella con el resto de las unidades organizativas de la empresa. Si se ubica en el punto D es porque hubo un error en el análisis propio del proceso de reestructuración, por lo que

veremos un equilibrio temporal (producto de lo nuevo) que pasará (pueden pasar años) al estado B, y se repite nuevamente el bucle. Si se ubica en el punto A es porque se acertó en buena medida el análisis y se justifica la reestructuración.

• *ABCA*

Este bucle, a diferencia del anterior, cumple con las características de un sistema cerrado. En él se dan procesos reversibles con tendencia a permanecer en el estado original y no pasar a un estado alejado del equilibrio. En nuestro caso en particular, la gerencia como parte de la empresa, muy difícilmente cumple con las características de un sistema cerrado. De hecho, estos sistemas se dan en ambientes controlados en un laboratorio. En la naturaleza, tarde o temprano dicho sistema disipará energía y pasará a un estado alejado del equilibrio. Evidentemente, la gerencia que se encuentre en el punto A tardará mucho más tiempo en alcanzar el punto B, mientras que de la gerencia que se encuentre en el punto D su conversión al punto B es inevitable y relativamente más rápida que A. El tiempo de permanencia en el punto A lo establece, entre otros factores, el adecuado manejo profesional de la energía circunscrita en toda la empresa; sin embargo, aun manejando lo más adecuadamente dicha energía, inevitablemente nos topamos con la degradación de la energía en los diferentes niveles jerárquicos de la organización, que da como resultado que tanto D como A pasarán por el proceso de reestructuración y llegarán al punto de bifurcación (C).

3. DISERTACIÓN

El manejo de los conceptos propios de la termodinámica nos permite entender la necesaria interdisciplinariedad entre lo que tradicionalmente se ha manejado de forma monologal, unidisciplinar, como disciplinas aisladas e inmiscibles entre las ciencias naturales, como la física y la química, con las ciencias sociales y la cultura.

En cuanto a la unidisciplinariedad, José Rozo Gauthier (1999) nos comenta:

Las escuelas, universidades e instituciones de investigación fueron organizadas desde el mundo multidisciplinar, con muchas disciplinas en vecindad pero sin relación unas con otras, aspecto que no solo ha separado el conocimiento, sino a unos sujetos de otros, a tal punto que físicos y biólogos son para los sociólogos y humanistas seres extraños y viceversa. [...] Si hemos heredado y reproducido la visión de un mundo ordenado, determinista, cierto y verdadero pero fragmentado, es hora de optar por cambios epistemológicos, lógicos y pedagógicos que permitan que afloren los movimientos de orden-desorden-organización, el indeterminismo, la incertidumbre, el reconocimiento del sujeto, el conocimiento del conocimiento, la unidad de lo diverso, la diversidad de la unidad, el aprender a aprender y a desaprender, y con estos elementos reconstituir nuestra identidad, nuestro saber, nuestra subjetividad, nuestro saber-hacer en el proceso educativo, en la vida cotidiana y en el quehacer político-económico. (p. 12)

La pieza fundamental de la termodinámica es la segunda ley y en ella encontramos la piedra angular para entender la historia de la humanidad en términos científicos, filosóficos y culturales. De hecho, el tipo de proceso termodinámico irreversible, la entropía y las estructuras disipativas nos explican la dinámica social, el comportamiento organizacional e, incluso, cumplen un rol protagónico en el proceso mismo de la evolución de la sociedad, de la organización y de la vida misma. Tanto la irreversibilidad, la entropía y las estructuras disipativas encarnan el núcleo mismo de la nueva termodinámica.

Si colocamos una lupa en el episteme teórico de la termodinámica, encontraremos tres grandes bloques que la conforman:

- El estado de equilibrio: caracterizado por la perfección; entropía cero, sin presencias de fuerzas ni flujos de energía.

- El estado cercano al equilibrio: donde prevalece la física newtoniana; los flujos de energía son lineales, predecibles y fáciles de medir.
- El estado alejado del equilibrio: básicamente es el área de estudio de la termodinámica “no lineal”, donde el flujo de energía es manejado por el mundo del caos (no necesariamente desorden y confusión) y la complejidad (la no proporcionalidad causa-efecto), donde, producto del constante cambio, reinan las fluctuaciones y turbulencias organizacionales; la interacción entre pocos elementos del sistema puede desencadenar comportamientos muy complejos donde pequeñas perturbaciones pueden dar lugar a grandes cambios y viceversa (el efecto mariposa). Tal es el caso del mundo gerencial.

Esta no linealidad nos exige cambios de paradigmas; requerimos metodologías hermenéuticas no lineales que permitan maximizar nuestros recursos intelectuales a fin de manejar, epistemológica y axiológicamente, el caos, la complejidad, las fluctuaciones y las turbulencias, no como errores a evitar, sino, por el contrario, como elementos que hay que estudiar, analizar, organizar y gestionar (Pastor & García-Izquierdo, 2007), como elementos que forman parte de nuestra realidad y que no son otra cosa que piezas fundamentales en nuestro diario gerenciar.

Bien, tras haber realizado un vuelo rasante a través de algunos conceptos de la termodinámica, ahora nos toca analizar sus similitudes y su posible aplicabilidad en el mundo de la gestión gerencial.

3.1 Sistema

El sistema termodinámico que nos compete en este artículo es la gerencia (figura 3), el órgano viviente que, junto con otros, conforma la estructura organizativa de la empresa en la que laboramos.



FIGURA 3
La gerencia como sistema termodinámico
Elaboración propia

Microscópicamente, este sistema termodinámico (gerencia) está conformado por átomos (trabajadores del conocimiento) que están agrupados y organizados estratégicamente en moléculas (coordinaciones y/o supervisiones) –subsistemas que conforman el sistema mayor, la gerencia– cuyas energías cinética y potencial están dirigidas y controladas por la visión, la misión, los objetivos y las responsabilidades de la gerencia que las circunscriben.

El conjunto visión, misión, objetivos y responsabilidades cumple un doble rol, pues personifica la energía que entra al sistema y, a su vez, le da forma, color y textura a su envoltura.

Este sistema es un sistema termodinámico abierto (figura 4), cuya envoltura permeable permite la entrada de lineamientos (energía) y materia prima para sus diferentes procesos internos y, a su vez, genera lineamientos y materia prima que entregará al entorno organizacional.

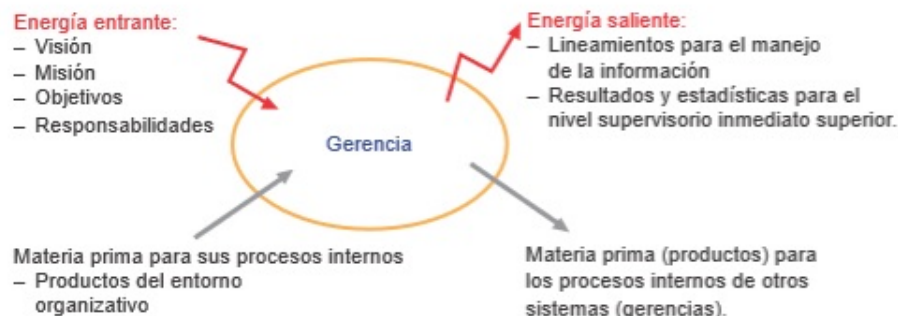


FIGURA 4
La gerencia como sistema termodinámico abierto
Elaboración propia

3.2 El estado termodinámico

Tal como se señaló anteriormente, el estado termodinámico está definido por un conjunto de parámetros macroscópicos linealmente independientes (presión p , volumen V , temperatura T , composición química N , etc.) que lo describen y caracterizan.

Hagamos un paréntesis y hablemos un poco de álgebra lineal.

Teorema:

Cualquier conjunto formado por dos vectores diferentes de cero;

$$Z = \{\vec{v}_1, \vec{v}_2\} \text{ donde } \vec{v}_1 \neq 0 \text{ y } \vec{v}_2 \neq 0$$

(8)

Es linealmente dependiente si, y solo si, uno de los vectores es múltiplo escalar del otro, es decir, si multiplicamos uno de ellos por un número real, obtendremos el otro.

Dicho en otras palabras:

$$\vec{v}_1 = k \vec{v}_2 \rightarrow (v_{11}, v_{12}) = k(v_{21}, v_{22})$$

(9)

$$\frac{v_{11}}{v_{21}} = \frac{v_{12}}{v_{22}} = k$$

(10)

Si no es posible encontrar un valor k que satisfaga esto, tendremos dos vectores linealmente independientes.

A manera de ejemplo, para el sistema (gerencia), la inteligencia de la persona es una variable independiente (solo depende de la persona), mientras que la productividad es una variable dependiente (depende de metodología, experiencia, información, proceso, procedimiento, capacitación, etc.).

Y, así, los parámetros macroscópicos linealmente dependientes e independientes que describen y caracterizan el estado termodinámico de nuestro sistema (gerencia) son:

- Dependientes: productividad, ausentismo, rotación, satisfacción laboral, procesos internos, políticas y manejo del personal por parte de la gerencia de gestión humana, compromiso con la organización, actitud, manifestaciones fisiológicas, comportamiento afectivo, estrategias, calidad y servicio al cliente, innovación, salud general, salud mental, cansancio emocional, despersonalización, realización personal, oportunidades de promoción.
- Independientes: edad biológica, sexo, lugar de nacimiento, antigüedad, inteligencia, personalidad, aptitud, experiencia, estilo de liderazgo, estilo de gestión.

Ahora bien, en termodinámica usamos un termómetro para medir la temperatura, usamos un manómetro para medir la presión, pero para poder medir los parámetros macroscópicos linealmente dependientes e independientes de nuestro sistema (gerencia) por lo general se usa el clima organizacional y rara vez el clima psicológico.

Tal como se señaló, el ser humano usa el termómetro para medir su temperatura corporal, y esta es un indicativo esencial del estado de salud de un individuo. Al ser animales “homeotermos”, nuestro cuerpo dispone de procesos que permiten regular la temperatura corporal dentro de unos límites, pero, de existir una anomalía en la actividad metabólica o una agresión al organismo, se genera un aumento o una disminución de la temperatura con la indicación de que algo malo está sucediendo. Dicho cambio de temperatura es fácilmente detectado por el termómetro. Por otro lado, disponemos de otros instrumentos para medir, a manera de ejemplo: la presión arterial, como es el caso del esfigmomanómetro o tensiómetro, comúnmente llamado manómetro, que nos permite conocer, grosso modo, el estado físico de nuestro sistema circulatorio; disponemos del tonómetro, que nos permite medir la tensión ocular (presión intraocular) y así tener una idea del estado físico del ojo.

Por otro lado, desde la perspectiva organizacional de la empresa, disponemos del “clima organizacional” (metafóricamente similar al termómetro para medir la temperatura del cuerpo como un todo). La serie de causalidades que dieron su origen comenzó en 1927 con los estudios de Hawthorne (Mayo, 1975; Teja Gutiérrez, Trueba Espinosa, López Lira, y Aguilar, 2017) (estudio psicológico y sociológico para conocer la influencia que tienen ciertos factores como la iluminación, la higiene, el ruido, la reducción de la jornada, etc., en el aspecto productivo de la empresa) dirigidos por el sociólogo y psicólogo industrial australiano Elton Mayo (profesor de investigación industrial de la Harvard Business School). Más adelante encontramos los estudios de Kurt Lewin y su famosa ecuación, donde estipula que el comportamiento es función de la persona implicada y de su entorno (Brunet, 1987), y fue en 1960 cuando Saul W. Gellerman mencionó por primera vez, en psicología industrial/organizacional, el término “clima organizacional” (Gellerman, 1960). Su concepto navega principalmente entre dos aguas, entre las escuelas Gestalt y funcionalista. Sin entrar en detalles técnicos-comparativos, ambas escuelas coinciden en asegurar que el comportamiento de la persona está influenciado por el entorno en el que se desenvuelve, y es precisamente este el objetivo del clima organizacional: determinar la percepción que tienen los trabajadores de su entorno, es decir, a través de esta herramienta, la alta dirección tendrá una idea, grosso modo, de la atmósfera de trabajo que circunscribe la praxis cotidiana en la ejecución de las actividades de gestión.

En el análisis del clima organizacional, tenemos un número importante de variables a contemplar: condiciones ambientales de la empresa, estructura organizativa, normas, políticas y reglas, tipos de liderazgo, comunicación, motivación y recompensas, complejidad de los sistemas, las direcciones y desafío en los objetivos y las metas, responsabilidad y autonomía en la toma de decisiones, estándares de productividad, manejo de conflictos y el sentido de pertenencia, valores, actitudes y creencias de los miembros, planificación de las tareas y la distribución del trabajo, la eficiencia de la administración y el rendimiento de los recursos.

Al respecto, Campbell (citado en Olaz Capitán y Ortiz García, 2014, p. 99) señala que:

el clima organizacional es variable dependiente e independiente de la estructura organizativa y de todos aquellos diferentes procesos generados en la organización que, a la postre, terminan redefiniendo y dibujando los comportamientos de los trabajadores.

Desde la perspectiva individual, disponemos del “clima psicológico”. Este es un concepto posterior al “clima organizacional”. Entre los expertos y las autoridades en el tema, se tiene consenso en señalar que sus principales exponentes son James y Jones (1974) y Schneider (1975). Esta herramienta, básicamente consiste en determinar, usando como hilo conductor los valores personales del psicólogo y profesor estadounidense Locke (1976) (claridad en cuanto a la misión, visión, objetivos y asignaciones, responsabilidad, apoyo y relaciones sociales), las percepciones individuales del entorno laboral. En palabras simples, el clima psicológico nos muestra cómo se percibe a sí mismo el empleado, que tan beneficiado o perjudicado se siente en su entorno laboral.

En pocas palabras, las personas responden a los entornos de trabajo en términos de cómo perciben estos entornos, y una preocupación sustantiva clave en la percepción es el grado en que los individuos se perciben a sí mismos como beneficiados personalmente, en lugar de ser personalmente perjudicados por su entorno (James y James, 1989, p. 748)

3.3 Energía

Para el análisis, se tomará la que se señaló anteriormente como la más importante desde el punto de vista termodinámico (energía interna (U)), ya que está estrechamente relacionada con la estructura molecular y su grado de actividad. Esta no es más que la suma de todas las formas microscópicas de energía que poseen las moléculas (coordinaciones y/o supervisiones), átomos (trabajadores del conocimiento) que componen el sistema y se denota mediante U .

Dicho en otras palabras, la energía interna (U) es básicamente la suma de la energía cinética interna (E_c) y la energía potencial interna (E_p), presentes en el sistema. Para simplificar un poco, se tomará tan solo la energía cinética y la energía potencial de las moléculas (coordinaciones y/o supervisiones) que conforman el sistema (gerencia), y así

$$U^{super} = [E_{c\ int} + E_{p\ int}]^{super} \quad (11)$$

$$U_{gerencia} = U_1^{super} + U_2^{super} + U_3^{super} + \dots + U_n^{super} \quad (12)$$

$$U_{gerencia} = \sum_{i=1}^n U_i^{super} \quad (13)$$

Cada molécula (coordinaciones y/o supervisiones) tiene su energía cinética y su energía potencial propia que la caracteriza: no existen dos moléculas iguales (estaríamos incurriendo en la duplicación de funciones). Su diferencia está descrita en el manual de competencias y funciones de cada una de ellas. Estas reaccionan de forma distinta según la energía (lineamientos externos) y la materia (productos provenientes del entorno organizacional) que entran en el sistema.

3.4 Proceso irreversible (degradación de la energía)

Este es el típico proceso termodinámico que encontramos en el interior de nuestro sistema (gerencia). La degradación de la energía (lineamientos) y la generación de entropía son los testigos claves de esta afirmación.

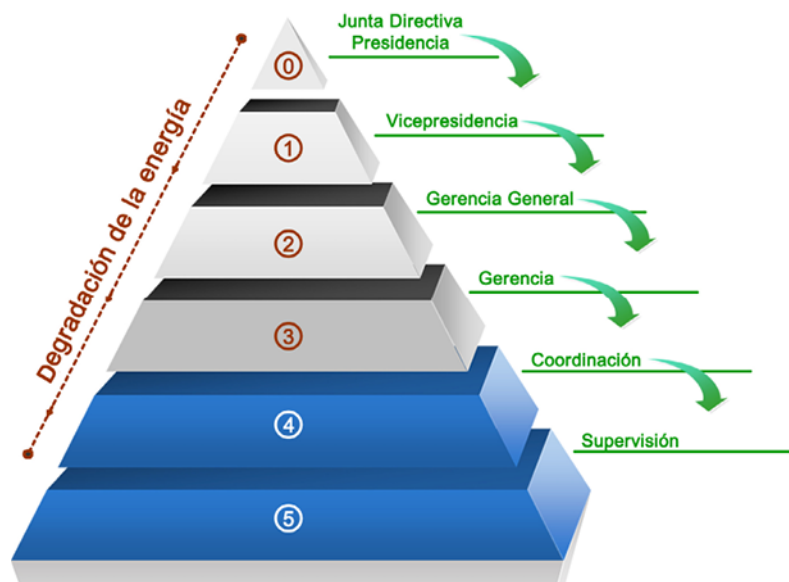


FIGURA 5

Degradación de la energía en la gerencia como sistema termodinámico abierto

Elaboración propia

Queriendo ser estrictos en el análisis hermenéutico de la degradación de la energía, necesitaríamos escribir otro artículo para contemplar las diferentes aristas organizacionales (nivel de madurez organizacional, planificación, gestión del cambio, liderazgo, delegación, axiología del poder, capacitación, sentido de pertenencia, comunicación, eficacia, eficiencia, procesos, sistema de calidad, responsabilidad, manejo de conflictos, estrés, etc.) que se confabulan para hacer realidad dicha degradación. Por lo pronto, con la idea de construir una hipótesis de carácter protocientífico (en espera de su verificación experimental), usando como hilo conductor la interdisciplinariedad y con bases epistemológicas proveniente de la termodinámica y las ciencias gerenciales, se esboza la siguiente formulación teórica a partir del siguiente teorema:

El nivel de pérdida (degradación) de energía total es directamente proporcional al número total de niveles jerárquicos de la pirámide (estructura organizativa) organizacional e inversamente proporcional a la suma vectorial (b) de los componentes del conjunto finito de aristas organizacionales $\{\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3, \dots, \vec{v}_n\}$

$$a = \text{número total de niveles} - 1 \quad (14)$$

$$b = \overrightarrow{S_{total}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \dots + \vec{v}_n \quad (15)$$

Esta degradación aumenta exponencialmente hasta el elemento a (los niveles inician en cero “0” (ver figura 5))

$$f_{(i)} = \left(\frac{i}{a}\right)^b = \Delta de_i \quad (16)$$

Donde:

$f_{(i)}$ = la función que describe el flujo de degradación de la energía

a = número total de niveles jerárquicos - 1

b = es la suma vectorial de los componentes del conjunto finito de aristas organizacionales (nivel de madurez organizacional, liderazgo, comunicación, responsabilidad, manejo de conflictos, estrés, etc.). Si la suma es b , b toma el valor 1.

Δde_i = es la energía degradada del nivel i

En la figura 6 se muestra el caso más pesimista, donde las aristas organizacionales contribuyen al máximo desequilibrio del sistema (gerencia).

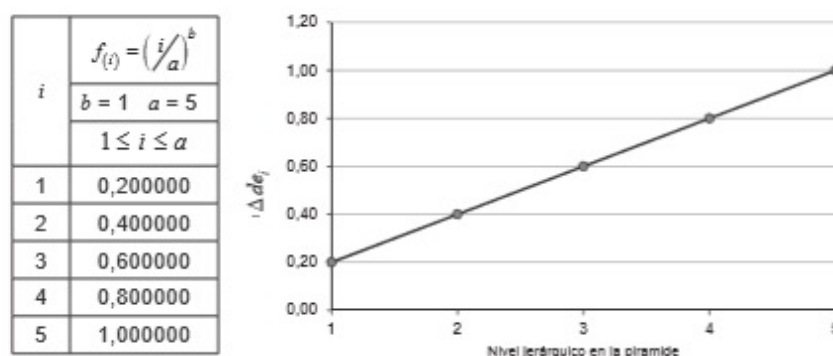


FIGURA 6
Gráfica de la degradación de la energía
Elaboración propia

En este ejemplo, la semilla que inicia y cataliza la degradación es la que se muestra en la figura 7. La energía (lineamiento) inicial n , con una degradación, es dividida y subdividida, de acuerdo con las aristas organizacionales ya mencionadas, en cinco niveles jerárquicos ($6 - 1 = 5$), y se llega a la supervisión en forma de $n3.3.3.3.3$, con una degradación (ver figura 6).

Ahora bien, para determinar la magnitud vectorial de cada arista organizacional, se aconseja usar, por ejemplo, clima organizacional, clima psicológico, clima social, encuestas de satisfacción, etc.

En cada salto de nivel jerárquico, hay una toma de decisión en cuanto al porcentaje de participación de cada unidad organizativa adscrita a la misma unidad organizativa del nivel supervisorio inmediato superior. Como se ve en la figura 7, el nivel "gerencias general" consta de cuatro unidades organizativas. Ellas, junto con su vicepresidente, deciden el porcentaje de participación de cada una y, así, la energía $n3$ de la vicepresidencia se subdivide en sus cuatro gerencias generales: $n3.1$, $n3.2$, $n3.3$ y $n3.4$. Este procedimiento se repite hasta llegar al nivel "supervisiones".

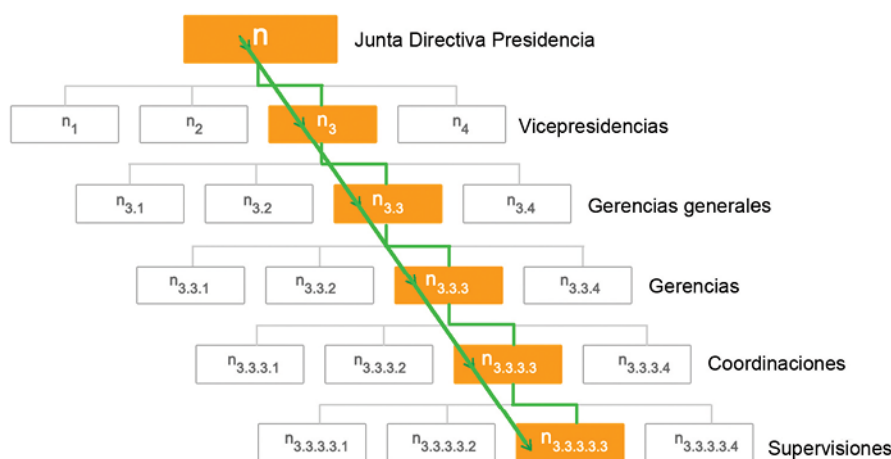


FIGURA 7
Degradación de la energía en la estructura jerárquica de la organización
Elaboración propia

La toma de decisión que precede a la distribución de energía es el resultado de una hermenéutica epistémica de la energía recibida de su supervisor. Dicha hermenéutica está circunscrita por una serie de aristas (nivel de madurez organizacional, planificación, gestión del cambio, liderazgo, comunicación, responsabilidad, manejo de conflictos, estrés, etc.) que se entrecruzan y entrelazan (algunas pierden fuerza, otras se anulan y otras se refuerzan (suma vectorial), y dan como resultado final la decisión de la distribución (influenciada por intereses y deseos particulares, por la axiología del poder, el nivel cognitivo y su nivel de experiencia, junto con las diferentes aristas organizacionales).

En definitiva, la gerencia (sistema termodinámico abierto) es, de por sí, un fenómeno irreversible, donde, gracias a las aristas organizacionales, confluyen la impredecibilidad, el azar, la complejidad y el caos. Todos al entrecruzarse le dan forma, color y vida a la dinámica diaria de la gestión gerencial.

3.5 Entropía, estructura disipativa, caos, complejidad y azar

Entropía es un término que está estrechamente relacionado (directamente proporcional) con la degradación de la energía presente en los procesos irreversibles. De acuerdo con la termodinámica clásica, es una magnitud que mide la cantidad de energía de un sistema físico que no puede utilizarse para realizar trabajo mecánico. Dicho en otras palabras y de manera simplista, es la cantidad de horas hombre malgastadas, si utilizadas en labores irrelevantes, en tareas no alineadas con la misión y la visión de la empresa y, por ende, es pérdida de esfuerzos, de tiempo y de dinero.

Por otro lado, encontramos la propuesta teórica, presentada por Shannon a finales de la década de los 40 del siglo pasado. En julio de 1948, Claude Elwood Shannon publicó un artículo en la revista *Bell System Technical Journal*, bajo el título de “A Mathematical Theory of Communication” (Shannon, 1948a; 1948b), donde, con un tratamiento matemático, maneja la información (sin importar su contenido) como una variable cuantificable y alude a la comunicación como un proceso de transferencia de esta. En dicho artículo, en el punto “6. Choice, Uncertainty and Entropy” (Elección, incertidumbre y entropía), muestra una nueva interpretación del término “entropía” (número que mide la incertidumbre de un mensaje), donde este es inversamente proporcional a la veracidad de la información transmitida, es decir, la entropía es nula cuando la certeza de la información es absoluta. Este planteamiento refuerza lo señalado anteriormente en el punto “3.4 Proceso Irreversible (degradación de la energía)”.

Ahora bien, al hablar de sistemas abiertos, de procesos irreversibles, de degradación de la energía y, especialmente, al hablar de entropía, necesariamente debemos invitar al diálogo al profesor Prigogine y colocar sobre la mesa su reciente y novedosa teoría de las estructuras disipativas. Teoría que está en clara disonancia con la termodinámica clásica del pasado, donde se afirmaba que todo sistema tiende a evolucionar (irremediablemente) hacia un solo fin: el equilibrio, y esto lo logra cuando alcanza una configuración de máxima entropía (máximo desorden molecular).

Prigogine es quien, de forma clara y contundente con su irreversibilidad y sus estructuras disipativas, logra reconciliar la biología y las ciencias sociales con la termodinámica. Hoy sabemos que, en el recorrido del caos progresivo, se encuentra una bifurcación que, de acuerdo con Prigogine y Stengers (2004), es el punto crítico a partir del cual se hace posible un nuevo estado. Son básicamente puntos de inestabilidad alrededor de los cuales una perturbación infinitesimal es suficiente para determinar el destino macroscópico de un sistema (esto me recuerda el efecto mariposa), es decir, es el azar de las fluctuaciones quien decide hacia qué estado se dirigirá efectivamente el sistema. Bien retorna al estado de equilibrio original, o bien deja de caotizarse y empieza a autoorganizarse hasta constituir una nueva estructura, la que Prigogine denominó estructura disipativa. De acuerdo con Prigogine y Stengers (2004), esta representa la asociación entre la idea de orden y la de desperdicio, y se escogió dicho nombre, a propósito, para expresar un nuevo hecho fundamental: la disipación de energía y de materia –generalmente asociada a los conceptos de pérdida y rendimiento y evolución hacia el desorden– se convierte, lejos del equilibrio, en fuente de orden; la disipación se encuentra en el origen de lo que podemos llamar los nuevos estados de la materia. De esta forma, el desorden, el caos, es visto como generador de orden y es precisamente esto, uno de los principios de las leyes del caos, que encuentra en el no-equilibrio una fuente de orden (estructura disipativa), de coherencia y de correlaciones entre sus partes. Esto nos lleva a distinguir entre los estados del sistema en los que toda iniciativa individual está condenada a la insignificancia y las zonas de bifurcación en las que un individuo, una idea o un comportamiento nuevo pueden trastornar el statu quo, lo que en un momento dado es una desviación insignificante con respecto a un comportamiento normal. Puede, en otras circunstancias, ser fuente de crisis y renovación (Prigogine y Stengers, 2004).

Entendiendo el orden como todo aquello que es repetición, constancia e invariabilidad, y el desorden como todo aquello que es irregularidad, aleatoriedad e imprevisibilidad, Edgar Morin (1996) nos dice que en un universo de orden puro no habría innovación, creación, evolución. No podría existir ningún ser viviente ni humano. Del mismo modo, ninguna existencia sería posible en el puro desorden, ya que no habría ningún elemento de estabilidad sobre el cual fundar organización alguna. Es natural que toda organización, como todo fenómeno físico, organizacional y, por cierto, con vida propia, tienda a degradar y a degenerarse. El fenómeno de la desintegración y de la decadencia es un fenómeno normal. Dicho de otro modo, lo normal no es que las cosas duren, como tales. Eso sería, por el contrario, inquietante y preocupante. No hay ninguna receta de equilibrio. La única manera de luchar contra la degeneración está en la regeneración permanente. Dicho de otro modo, en la aptitud del conjunto de la organización de regenerarse y reorganizarse haciendo frente a todos los procesos de desintegración (Morin, 1996). Y, así, toda organización (gerencia), como ser vivo e ininteligible, con un constante intercambio de flujo y reflujo de entropía con el entorno, cumple con todas las características de una estructura disipativa (no mantienen relaciones lineales y, para compensar la disipación, necesitan de un aporte continuo importante de energía y/o materia desde el entorno), cuya génesis implica la asociación indisoluble del azar y la necesidad (Prigogine y Stengers, 2004), donde el orden y el desorden conviven armoniosamente dándole forma, color y textura a la organización (empresa). Estas estructuras disipativas (gerencia), entes organizativos que emergen de las entrañas del desorden organizacional, no son más que islas de un determinado orden, dentro de un mar de desorden (empresa), orden que se alimenta y mantiene a expensas de una entropía mayor del entorno (otras gerencias). Su estabilidad es controlada por el intercambio entrópico entre el entorno (empresa) y el sistema

(gerencia), es decir, la gerencia se autoorganiza y mantiene su orden gracias a la entropía proveniente del entorno y, a su vez, produce entropía con la que alimenta: la entropía del entorno.

Hablamos de organización y le hemos otorgado, cual categoría taxonómica, el caos, la complejidad y el azar, términos que denotan nuestro nivel de desconocimiento sobre el fenómeno que estamos estudiando. Todo aquello que escapa de nuestro nivel cognoscitivo lo etiquetamos como algo que está dentro de las ciencias del caos o la complejidad. Incluso nos atrevemos a adjudicarle cualquier comportamiento extraño e impredecible al azar. Como si la metafísica de Aristóteles se adueñara del fenómeno y con una fuerza etérea, va tejiendo y moviendo los hilos del devenir de una realidad desconocida por nosotros, para generar uno u otro comportamiento del ser de ese ente que estamos estudiando. Lamentablemente nuestro ego, apadrinado por nuestro analfabetismo, no nos permite reconocer que el fenómeno caótico y complejo al que le adjudicamos el comodín “el azar” está reflejando una imagen formateada por nuestra ignorancia sobre el fenómeno que tenemos ante nuestros ojos. Dicho en otras palabras, el cuerpo de conocimiento que circunscribe el fenómeno, las herramientas y nuestro nivel epistémico no está lo suficientemente desarrollado como para darle una explicación científica a este.

Para concluir este humilde opúsculo, producto de una hermenéutica reflexiva, se invita a investigadores y tesis de posgrado a implantar experimentos interdisciplinarios que permitan contrastar empíricamente la veracidad o no de la hipótesis protocientífica aquí desarrollada. Básicamente se insta a construir un “más allá” de la milenaria cultura heredada; se invita a dejar en el pasado la histórica fragmentación del conocimiento y cultivar una nueva cultura científica que nos permita construir un nuevo piso epistemológico para dar respuestas a las exigencias de la realidad del hoy. Esta una humilde propuesta es un exhorto a tomar conciencia de que no estamos manejando como es debido al actor principal de la trama. Desde hace un buen tiempo, convertimos a los seres humanos en “recursos” humanos, y los manejamos como “capital” humano, y ¿qué pasó, dónde están las neuronas, el intelecto, la cognición, los sentimientos, la inteligencia emocional, el estrés, etc.? Este mal manejo del centro de masa, del pivote de cualquier organización, del “trabajador del conocimiento” (Drucker, 2011) se hace evidente y aflora al determinar “la degradación de energía en los niveles jerárquicos”. Desde la formulación de la planificación estratégica y con ella la formulación de los objetivos estratégicos en la cúspide de la pirámide organizacional, hasta llegar a las tareas básicas ubicadas en la base de dicha pirámide, la energía (lineamientos, directrices, por ej.: visión, misión, objetivos, normas) se va degradando por el efecto del mal manejo de quien realmente cumple con todas las características para ser calificado como el único y real corebusiness, el empleado, el trabajador del conocimiento. Sin importar qué tan bien está implantada cualquier metodología o combinación de metodologías de gestión, como gerencia por objetivos (Drucker, 1954), calidad total (Deming, 1989), control integrado de gestión (Blanco Illescas, 1970a; 1970b) y las 7's McKinsey (Waterman, Peters y Phillips, 1980), todas ellas acorazadas con un balanced scorecard (Kaplan y Norton, 2002), siempre encontraremos una “degradación de energía en los niveles jerárquicos”, no por errores de implementación o errores teóricos conceptuales de la herramienta o metodología de gestión, sino simplemente por la acción del ser humano, y es precisamente esto lo que trata de demostrar la degradación de energía propuesta en este manuscrito.

REFERENCIAS

- Abbott, M., y Van Ness, H. (1991). *Termodinámica, teoría y 225 problemas resueltos*. México: McGraw-Hill.
- Blanco Illescas, F. (1970a). Control integrado de gestión (I): la pirámide de cuadros de mando. *Alta dirección*(34), 13-22. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4593511>
- Blanco Illescas, F. (1970b). Control integrado de gestión (y II): características, diseño y condiciones de un sistema eficaz. *Alta dirección*(36), 11-20. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4593547>
- Brunet, L. (1987). *El clima de trabajo en las organizaciones Definición, diagnóstico y consecuencias*. (L. Paéz de Villalpando, Trad.) México: Trillas.

- Cazau, P. (s. f.). La Teoría del Caos. San Salvador, El Salvador: Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA). Recuperado de <http://www.uca.edu.sv/facultad/chn/c1170/Teoria%20del%20caos.pdf>
- Çengel, Y., y Boles, M. (2011). Termodinámica (7.a ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- Deming, W. E. (1989). Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis. (J. N. Medina, & M. Gozalbes Ballester, Trads.) Madrid: Díaz de Santos.
- Drucker, P. F. (1954). The practice of Management. Nueva York: Harper & Row.
- Drucker, P. F. (2011). Management: Tasks, Responsibilities, Practices. Nueva York: Roudedge.
- Faires, V., y Simmang, C. (1983). Termodinámica (6.a ed.). (J. C. Escobar Hernández, & M. D. Garcia Diaz, Trads.) México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, S.A.
- Gellerman, S. W. (1960). People, Problem and Profits. Nueva York: McGraw-Hill.
- Gómez-Acebo, T. (2009). Termodinámica. Notas de clase (Material docente). Pamplona: Tecnun Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra. Recuperado de <http://dadun.unav.edu/handle/10171/5185>
- James, L. A., y James, L. R. (1989). Integrating Work Environment Perceptions: Explorations into the Measurement of Meaning. *Journal of Applied Psychology*, 74(5), 739-751. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/0021-9010.74.5.739>
- James, L. R., y Jones, A. P. (1974). Organizational climate: A review of theory and research. *Psychological Bulletin*, 81(12), 1096-1112. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/h0037511>
- Jaramillo Salgado, O. A. (2008). Notas del curso Termodinámica para Ingeniería. Temixco, Morelos: Centro de Investigación en Energía. Departamento de Sistemas Energéticos. Coordinación de Concentración Solar. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Termodinamica/Termo.pdf>
- Kaplan, R. S., y Norton, D. P. (2002). El cuadro de mando integral: The Balanced Scorecard (2a ed.). (A. Santapau, Trad.) Barcelona: Gestión 2000 - Grupo Planeta.
- Levine, I. (2004). Fisicoquímica (5.a ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Locke, E. A. (1976). The nature and causes of job satisfaction. En M. D. Dunnette, y L. M. Hough, *Handbook of industrial and organizational psychology* (págs. 1319-1328). Palo Alto, California, Estados Unidos: Consulting Psychologists Press.
- Mayo, E. (1975). The Social Problems of an Industrial Civilization (5.a reimpresión de la primera edición de 1949 ed.). Londres: Routledge & Kegan Paul.
- McGlashan, M. L. (1969). Manual of symbols and terminology for physicochemical quantities and units. Londres: Butterworths.
- Medina Domínguez, A., y Ovejero Sánchez, J. (2010/11). Tema 8. Termodinámica. Salamanca: Departamento de Física Aplicada. ETSII de Béjar. Universidad de Salamanca. Recuperado de http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/fisica-i/contenidos/temas_por_separado/8_ap_termo1011.pdf
- Morin, E. (1996). Introducción al pensamiento complejo. (M. Pakman, Trad.) Barcelona: Gedisa.
- Olaz Capitán, Á., y Ortiz García, P. (2014). El clima laboral en la empresa familiar: Un estudio empírico. *Lan harremanak: Revista de relaciones laborales*(30), 94-119. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5029806>
- Pastor, J., y García-Izquierdo, L. (2007). Complejidad y psicología social de las organizaciones. *Psicothema*, 19(2), 212-217. Recuperado de <http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=3350>
- Prigogine, I., y Stengers, I. (2004). La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia. (M. C. Martín Sanz, Trad.) Madrid: Alianza Editorial.
- Rodríguez, J. A. (2009). Introducción a la termodinámica. Con algunas aplicaciones de ingeniería. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de <http://atlas.umss.edu.bo:8080/xmlui/handle/123456789/756>
- Rozo Gauta, J. (1999). La inter-trans-multi-disciplinariedad: Una alternativa al pensamiento fragmentado y a la enseñanza dictatorial. *Hojas Universitarias*. Universidad Central(47), 11-22. Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/viewFile/13162>

- Schneider, B. (1975). Organizational climates: An essay. *Personnel Psychology*, 28(4), 447-479. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01386.x>
- Sears, F. (1976). *Termodinámica*. Barcelona: Reverté.
- Shannon, C. (1948a). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. doi:[10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x](https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x)
- Shannon, C. (1948b). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(4), 623-656. doi:[10.1002/j.1538-7305.1948.tb00917.x](https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb00917.x)
- Solbes, J., y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*(22), 155-180. Recuperado de <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2415>
- Teja Gutiérrez, R., Trueba Espinosa, A., López Lira, N., y Aguilar, R. (2017). El análisis de redes sociales como una posible herramienta teórica y metodológica para el estudio del comportamiento organizacional. *Rvista del Congreso Ibero-Americano*
- Waterman, R. H., Peters, T. J., y Phillips, J. R. (1980). Structure is not organization. (I. U. Kelley School of Business, Ed.) *Business Horizons*, 23(3), 14-26. doi:[https://doi.org/10.1016/0007-6813\(80\)90027-0](https://doi.org/10.1016/0007-6813(80)90027-0)