

MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE OPERACIONES DESDE LA COMPLEJIDAD<sup>1</sup>INTEGRAL MANAGEMENT OPERATIONS MODEL FROM THE COMPLEXITY<sup>12</sup>Germán Rubio Guerrero<sup>2</sup>*Universidad del Tolima-Colombia*

RECIBIDO: Marzo 17 de 2015

ACEPTADO: Junio 14 de 2015

## RESUMEN

<http://dx.doi.org/10.17081/dege.7.2.1186>

El objetivo del presente artículo de investigación consistió en proponer un modelo de gestión integral de operaciones desde la complejidad y partió de estudio sobre los sistemas productivos de manufactura de Ibagué, Colombia. El método utilizado fue el descriptivo e interpretativo, con un enfoque mixto y propositivo. La muestra fue de 19 empresas medianas y grandes, seleccionadas por conveniencia y juicio, de una población de 37 organizaciones. Las técnicas de investigación utilizadas: fueron la observación directa, encuestas y entrevistas a los responsables de las áreas de operaciones. El resultado de este proyecto de investigación fue la creación de un modelo de gestión integral de operaciones desde la complejidad, que incluyó aspectos relacionados con la ecología, las matemáticas para la complejidad y el enfoque sistémico. Aparte de su aplicabilidad en los procesos productivos, se concluye que este modelo puede ser replicado en otras áreas de la empresa, así como en otras organizaciones.

**Palabras clave:** Complejidad, gestión de operaciones, modelo de gestión integral, procesos productivos.

## ABSTRACT

The aim of this article is to propose a model of integral management operations, seen from the complexity, and started with a research about the productive manufacturing systems of industries in Ibagué, Colombia. The method used was descriptive and interpretative with mixed approach and propositive. The sample was 19 average and small companies, selected by convenience and judgment, out of a population of 37 organizations. The research techniques used were: direct observation, surveys and interviews to the people responsible of the operational areas. The result of this research project was the creation of an integral management operations model from complexity it included related aspects with Ecology, mathematics of the complexity and the systemic approach. Apart from the applicability in production processes, it was concluded what this model can be applied in others areas of the enterprise as well as in others organizations.

**Keywords:** Complexity, operations management, integral management model, productive processes.

## Este Artículo se puede referenciar

Rubio, Germán (2015). Modelo de gestión integral de operaciones desde la complejidad. *En Desarrollo Gerencial Revista de la facultad de ciencias económicas, administrativas y contables de la Universidad Simón Bolívar-Barranquilla-Colombia* 7(2).Pp. 153-169 <http://dx.doi.org/10.17081/dege.7.2.1186>

<sup>1</sup> Proyecto de Investigación. "Caracterización de los procesos de manufactura de las medianas y grandes empresas del sector industrial de Ibagué", realizado en el año 2008 por el Grupo de Investigación en Desarrollo Económico y Empresarial de la Universidad del Tolima (GIDEUT) categoría "C" Colciencias.

<sup>2</sup> Magister en Administración, Docente de planta de la Universidad del Tolima, correo electrónico [grubio@ut.edu.co](mailto:grubio@ut.edu.co)



## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente artículo se inspiró en la caracterización de los procesos de manufactura en las medianas y grandes empresas industriales de la ciudad de Ibagué, Colombia, realizada por Rubio (2008). Dicha caracterización permitió establecer falencias importantes en su gestión, que comprenden desde la combinación de factores que hacen parte del sistema de transformación hasta su planificación y control. Estas falencias impiden obtener mayores beneficios en términos de productividad y competitividad según los 14 principios para transformar la gestión en las organizaciones propuestos por Deming (Gutiérrez, 2010).

De acuerdo con Gould, Eppen & Schmidt (1992), “ya sea simple o complejo, un modelo es una representación que idealiza, simplifica y abstrae selectivamente la realidad, y esta representación es construida por individuos. Por desgracia, no hay reglas fáciles o métodos automáticos para la construcción de modelos” (p.14). En esta misma dirección, Bonini, Hausman & Bierman (2000) afirman que un modelo es una simplificación de un problema de decisión de negocios, que se logra al incluir los elementos importantes y omitiendo los no esenciales (p. 9).

Entre algunos antecedentes que dan cuenta de esta situación está el trabajo realizado por el Centro de Productividad del Tolima en el año 2001 en la Corporación Forestal de Ibagué, cuyo objetivo era incrementar la productividad en el proceso de obtención y transformación de la madera en el área de carpintería, mediante la optimización del recurso y la capacitación del talento humano. De la misma manera, se llevó a cabo un proceso de mejoramiento de la productividad, mediante la eliminación de reprocesos en la planta de Yesos Colombia en el año 2002, y otro relativo a la aplicación de la metodología de medición de la productividad con enfoque sistémico en Profilac S.A en el año 2003.

La investigación que sirvió de base a este manuscrito permitió establecer debilidades importantes en materia de estrategia de operaciones, empleo de técnicas de proyección de la demanda, capacidad, diseño de productos, procesos, distribución de planta, tecnología, localización de instalaciones, calidad y en la planeación y control de las operaciones que constituyen el quehacer propio de los procesos de manufactura.

Las condiciones anteriores crean un escenario propicio no solo para analizar la función de manufactura, sino para acotar determinados enfoques desde la complejidad que coadyuven al mejoramiento de las diferentes organizaciones y cuyo esfuerzo se concrete en la formulación de un modelo de gestión integral de las operaciones, el cual se sistematizará en una revisión conceptual acerca de las operaciones, el pensamiento complejo y el análisis de los resultados del proceso de caracterización de los sistemas productivos de 19 empresas industriales de Ibagué.



En este contexto debe entenderse que las organizaciones requieren visiones dinámicas para interpretar los cambios del entorno, con miras a su asimilación y adaptación; en este sentido, Fernández (2010) destaca que el enfoque complejo exige la integración de muchas disciplinas, entre ellas: la Dinámica no lineal, la Teoría del caos, la Teoría de procesos estocásticos, la Teoría de la información, La Teoría de redes y las ciencias de la computación, que tienen una amplia aplicación en el estudio y análisis de las organizaciones.

Es importante anotar que el presente trabajo no pretende ser exhaustivo. Por el contrario, se trata de una reflexión acerca de un conjunto de sucesos organizacionales y se constituye en un camino para estudios futuros sobre la relación operaciones-complejidad y de las implicaciones que las ciencias de la complejidad podrían tener en las organizaciones. Al respecto, es fundamental cuestionarse si un modelo de gestión integral de operaciones desde la complejidad contribuye a la productividad y competitividad de las empresas.

### **Estructura teórica**

Sobre la base de las consideraciones anteriores, también cabe preguntarse si la función de operaciones, como parte de una organización formal, debe “aceptar la premisa de que el único modo significativo de estudiar la organización es estudiarla como un sistema, y el análisis de sistemas trata de la organización como un sistema de variables mutuamente dependientes” (Bertalanffy, 1968, p. 7). Según Morin (1995), lo anterior comprende aspectos como: incertidumbre, contradicción, crecimiento, diferenciación, orden jerárquico, dominancia, control, competencia y totalidad como parte de esa complejidad. Planteamiento que lleva a la adopción de enfoques integrales que para el caso de una empresa comprende: hombres, máquinas, instalaciones, materias primas, productos, valores, valores monetarios, buena voluntad y otros imponderables (Bertalanffy, 1984).

Un enfoque de estas características debe incorporar, además, variables como el comportamiento de los consumidores, colaboradores, factores medio ambientales, cuidado y preservación de la naturaleza, entre otros aspectos, que no necesariamente se comportan de manera lineal y que requieren un tratamiento diferente en términos de la complejidad. Y es que el éxito organizacional exige modificar permanentemente planes, estructuras y procesos, de tal manera que puedan responder a las exigencias del entorno (Cornejo, 1997).

En esta línea, el citado Bertalanffy encontró que en las organizaciones predomina el cambio, la turbulencia, el caos, el desorden, y que al parecer estas no obedecen a un patrón de comportamiento específico. Al principio, este autor no comprendía dicha situación, pero estaba seguro que existía algún



tipo de modelo para explicarlo. Ahondando entonces en el fenómeno desde una perspectiva mecanicista a través de matrices, entendió rápidamente que los sistemas del universo no funcionan matricialmente. Maldonado (2006) justifica la postura anterior en los siguientes términos:

Las ciencias de la complejidad no son-aún- un tema de amplio reconocimiento dentro de las comunidades académicas y científicas y mucho menos dentro de la sociedad en general o en las esferas del Estado, no obstante el hecho de que hay una comunidad académica y científica crecientemente interesada y trabajando en sistemas complejos, tanto en el país como en el mundo. Lo que impera –todavía– es lo que kuhnianamente hablando se puede designar como “ciencia normal”. (p.142)

Por otra parte, desde el punto de vista de la gestión de operaciones se destacan los argumentos de Fernández, Avella y Fernández (2003), al puntualizar que, en épocas anteriores, la producción se consideraba una actividad neutral desde una perspectiva estratégica, a la que la mayor parte de las empresas no le concedían relevancia como fuente de ventaja competitiva y la relegaban a un segundo plano. Skinner (1966), por el contrario, reivindica que esta función ha de tener la misma importancia que las demás áreas de la empresa y debe desempeñar un papel fundamental en el proceso de planificación estratégica de la organización y considerarse como un arma competitiva.

Con base en lo anterior, la función de producción debe ser un sistema abierto, que “integra las partes hasta alcanzar una totalidad lógica o de una independencia o autonomía relativa con respecto a la totalidad mayor de la cual también forma parte” (Johansen, 1984, p. 21) y por lo tanto adopta la metodología de la Teoría de Sistemas (Bertalanfy, 1968), que resulta particularmente eficaz al respecto, pues considera las relaciones, estructura e interdependencia de los elementos que componen el sistema, entre ellos los subsistemas sociales básicos: económico, de mantenimiento, adaptativo, administrativo o político.

El económico crea bienes y servicios; el de mantenimiento asegura los recursos humanos para desempeñar las tareas de la sociedad; el adaptativo percibe los cambios en el ambiente exterior y los traduce en cambios para la organización; el subsistema de administración coordina, ajusta, controla y dirige los patrones de comportamiento; y el político maneja las relaciones de la organización (Katz & Kahn, 1966). La presencia de todos estos elementos ha ocasionado que el medio ambiente en el que se mueven actualmente las organizaciones y en particular las operaciones sea muy diferente al de hace pocos años; los consumidores demandan mejor calidad, mayor velocidad y bajos costos (Reid & Sanders, 2010). Y asumir este reto requiere implementar nuevos conceptos que trasciendan el enfoque tradicional y coloquen en una nueva perspectiva las áreas de manufactura.

En este mismo sentido, en cuanto a la estrategia de operaciones, Martín-Peña & Díaz-Garrido (2008, p. 66), “consideran que la competencia de producción permite a la empresa desarrollar capacidades de fabricación con base en las prioridades competitivas (costos, flexibilidad, velocidad, tecnología e



integración vertical)", logrando que las organizaciones mejoren su competitividad mediante la coordinación de la capacidad de fabricación y los requerimientos del mercado.

En este orden de ideas, se pone de presente la importancia de la complejidad frente a las organizaciones y en este caso con relación a los sistemas productivos, que a la postre ofrece las herramientas para consolidar el modelo que se propone.

Valenzuela (2005) y Fernández *et al* (2003) precisan que la teoría de la complejidad incluye temas de la Teoría General de Sistemas (TGS), vida artificial, autómatas celulares, caos, valles de atracción en redes neuronales, algoritmos genéticos, fractales, sistemas autoorganizantes, sistemas dinámicos e inteligencia artificial, entre otros. Y Van Gigch (1997), a propósito de la TGS, plantea que la vida en sociedad está organizada alrededor de entidades complejas, algunas de las cuales han sido estructuradas por el hombre, pero otras han evolucionado sin ningún diseño convenido. Luego, en cada clase social, cualquiera que sea nuestro trabajo, tenemos que enfrentarnos a organizaciones y sistemas.

En los términos examinados por Van Gigch (1997), los procesos productivos forman parte de uno de esos sistemas: el sistema industrial, que a su vez es un enjambre de organizaciones que conforman la estructura económica de una región o un país y que igualmente configuran otros sistemas, a los que Bertalanffy (1968) clasifica en abiertos y cerrados. El primero de ellos se circunscribe a los que intercambian materia con su entorno, y los cerrados, que se consideran aislados del medio ambiente.

De otra parte, Reynoso (2006) expone que la TGS se erige como un marco genuino caracterizado por su transdisciplinariedad, y se diferencia de otros enfoques, entre ellos la teoría de la relatividad o la teoría sintética, que operan en espacios limitados como la física o la biología. En este mismo sentido, marca una diferencia con otros autores como Maturana y Varela, Capra y Morin, de quienes argumenta que sus teorías "son piezas teóricas antiguas, formuladas hace veinte, treinta años o más, que no se han renovado en función de las nuevas Ciencias de complejidad y el caos" (Reynoso, 2004, p. 6). Pero además de ello, la TGS comprende sistemas auto-organizados, independientes de la naturaleza de los elementos que la componen, de donde deriva su generalidad y que pueden ser de orden físico, biológico, sociológico o micro sociológico, hasta determinado umbral mínimo de complejidad. Seguidamente afirma Reynoso:

La TGS constituye una elaboración consciente de teorías e ideas que estaban flotando en el ambiente (la termodinámica, la termodinámica de los sistemas abiertos, la cibernética, la teoría de juegos, la investigación operativa) y que coincidían en afirmar que las ecuaciones que describen un sistema (o a un nivel que hoy llamaríamos iconológico, los diagramas de flujo que lo denotan) son aplicables a entidades diferentes en cuanto a su composición material, leyes, funciones y fuerzas intrínsecas. El mismo diagrama de flujo se puede aplicar al termostato de un edificio, a la regulación del azúcar en la sangre o a la regulación (según dirá Rappaport más tarde) de los rituales en una sociedad. (Reynoso, 2006, p. 48)

En este contexto, Johansen (2004) argumenta que “la TGS describe un nivel de construcción teórico de modelos que se sitúa entre las construcciones altamente generalizadas de las matemáticas puras y las teorías específicas de las disciplinas especializadas” (p. 20); que ha cobrado fuerza ante la necesidad de elaborar un acervo teórico sistemático, mediante el cual puedan discutirse, analizarse y explicarse las relaciones generales del mundo empírico como un sistema, que surge de un proceso de reducción de la complejidad (Luhmann, 1997).

A instancias de las matemáticas de la complejidad, la dinámica no lineal “estudia los sistemas dinámicos no lineales. Y un sistema dinámico no es otra cosa que un sistema formado por una o más variables que evolucionan con el tiempo” (Fernández, Carmona & Teruel 2008, p. 42). Reynoso (2004), al exponer los conceptos y herramientas complejas y caóticas, explica además, que no hay una teoría unificada acerca de la complejidad, sino un conjunto de algoritmos que modelan procesos no lineales y transiciones de fase.

Entre los algoritmos que poseen consecuencias más relevantes para las ciencias sociales, y en el caso particular de este trabajo para las organizaciones y sus procesos de manufactura, la dinámica no lineal se manifiesta de manera representativa incluso en sistemas sencillos que constan de una variable y un parámetro, siendo el más conocido la ecuación logística (1), cuya expresión viene dada en los siguientes términos:

$$X_{t+1} = X_t * k * (1 - X_t) \quad (1)$$

Donde  $X$  podría representar una población o cualquier otra variable (consumidores, impacto ambiental, precios, costos, etc.) y  $k$  la tasa de crecimiento o cualquier otro parámetro (incremento de ventas, costos de insumos, entre otros), que constituye la ecuación logística que no solo es no lineal sino caótica. De la operacionalización de esta ecuación, pueden derivarse sistemas en equilibrio, con oscilaciones periódicas y aperiódicos o caóticos, que son los más característicos para las ciencias sociales por sus características particulares, como ser muy sensible a las condiciones iniciales, es decir, que pequeñas diferencias en los valores de entrada de las variables conducen a comportamientos muy diferentes en el mediano y largo plazo; es por ello que los sistemas aperiódicos no permiten predicciones extendidas así sean determinísticas, lo que se conoce como el “efecto de las alas de la mariposa” (Reynoso, 2004).

En este mismo sentido, Capra (1995) enfatiza que las matemáticas de la complejidad son unas matemáticas de relaciones y patrones, más cualitativas que cuantitativas y, por lo tanto, encarnan el cambio de énfasis característico del pensamiento sistémico: de objetos a relaciones, de cantidad a cualidad, de substancia a patrón. Cabe anotar que los ordenadores han jugado un papel crucial en el dominio de la complejidad, pues con su ayuda se pueden resolver ecuaciones complejas antes imposibles y graficar sus resultados en curvas y diagramas.





A su vez Stewart (citado por Capra, 1995) expuso en este mismo contexto que “plantear las ecuaciones es una cosa, resolverlas otra muy distinta. Las soluciones exactas se limitaban a unos pocos, simples y regulares fenómenos, mientras que la complejidad de vastas áreas de la naturaleza parecía eludir todo modelaje mecanicista” (p.137). Los enfoques de la geometría (Galileo), el álgebra (matemáticos indios), la geometría analítica (Descartes), el cálculo diferencial (Newton y Leibniz) y los desarrollos posteriores de Laplace, Euler, Lagrange y Hamilton, generaron la creencia en el círculo científico del siglo XIX en que el universo era un inmenso sistema mecánico que operaba bajo las leyes newtonianas. “El cambio decisivo a lo largo de las tres últimas décadas ha sido el reconocimiento de que la naturaleza, como dice Stewart, es «inexorablemente no lineal” (Capra, 1995, p. 139).

A pesar de todo, aun en la actualidad los diferentes autores del área de operaciones han dado gran importancia a los enfoques meramente cuantitativos y en general a todo lo pueda ser medido y estandarizado, sobreponiéndolo a los aspectos estéticos y ecológicos. Es urgente revisar estas actuaciones y propender por una visión más amplia y dinámica, que pueda permear la visión mecanicista de la gestión de las operaciones en las diferentes. En estas circunstancias, conviene retomar el sentido de la palabra complejidad, que según Morin (1995):

Lleva en su seno complejidad, incertidumbre y desorden. “Complejo es aquello que no puede definirse en una palabra maestra, aquello que no puede retrotraerse a una ley, aquello que no puede reducirse a una idea simple. Dicho de otro modo, lo complejo no puede resumirse en el término complejidad. (p.17)

Con respecto a la Ecología profunda, como parte del modelo de gestión integral que se propone, es importante reconocer sus bondades en el mantenimiento de la base natural que garantiza la existencia de la humanidad y que debe preservarse desde la producción industrial. En esta perspectiva, se ha venido hablando desde hace mucho de “producción limpia”, término que en la mayoría de las veces se ha constituido en solo un mensaje con fines comerciales. No obstante:

El nuevo paradigma podría denominarse una visión holística del mundo, ya que lo ve como un todo integrado más que como una discontinua colección de partes. También podría llamarse una visión ecológica, usando el término «ecológica» en un sentido mucho más amplio y profundo de lo habitual. La percepción desde la ecología profunda reconoce la interdependencia fundamental entre todos los fenómenos y el hecho de que, como individuos y como sociedades, estamos inmersos en (y finalmente somos dependientes de) los procesos cíclicos de la naturaleza. (Capra, 1995, p. 28)

Así, un concepto subyacente a lo ecológico es lo holístico, aun cuando sus términos difieren y el primero de ellos resulta más apropiado para describir el nuevo paradigma. Como ejemplo, Capra (1995) plantea el caso de una bicicleta, asumiéndola como un todo y entendiéndola como la interdependencia de sus partes (ecología superficial). La visión ecológica incluiría esto mismo, pero además de ello contemplaría la percepción de cómo este aparato se inserta en su entorno natural y social, analizando



igualmente la procedencia de sus materias primas, la forma como fue construida, así como el grado en que su utilización afecta al medio ambiente y a la comunidad en donde se utiliza.

## **2.- MÉTODO**

### **Diseño**

En el estudio se utilizó un enfoque mixto de investigación, es decir, abordó aspectos relacionados con el paradigma cuali-cuantitativo (Deslauries, 2004; Rialp et al, 2005; Bernal, 2003). Gómez, Deslauries y Alzate (2010) exponen al respecto que es posible concebir metodologías mixtas, en las que los datos cualitativos están emparentados con los datos cuantitativos con el fin de enriquecer la misma metodología y, eventualmente, los resultados de la investigación. Igualmente, nuestra investigación es descriptiva y explicativa (Méndez, 1995). Esto significa que “el problema está estructurado y bien entendido” (Ghauri y Gronhaug, 2010, p.56). También es “transversal porque se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.151). En este caso, el método debe coincidir con la filosofía de la complejidad y, por tanto, se requiere analizar el problema objeto de estudio desde diferentes perspectivas hacia la concepción de un modelo integral y dinámico.

### **Participantes**

La población fue constituida por 37 organizaciones medianas y grandes del sector industrial de Ibagué, debido a lo cual se realizó una muestra intencional a 19 de estas empresas. El criterio de selección fue la facilidad en el acceso a la información e igualmente que la población era pequeña, e interesaba al investigador la representatividad de la muestra en términos de calidad de la información y nivel de respuesta (Ospina, 2001, p. 25).

### **Instrumentos**

La recolección de los datos se realizó a través de un cuestionario estructurado de objetivo claro con escala tipo Likert de 18 ítems (Sánchez et al, 1998), el cual fue aplicado a cada uno de los gerentes de las empresas seleccionadas (Cuadro 1). El proceso estadístico fue realizado con SPSS 21 y comprendió el análisis descriptivo de las variables en estudio (Martín, Cabero y de Paz, 2008). Con respecto a la contrastación empírica de consistencia, se obtuvieron respuestas de 19 empresas sobre un total de 37 reportadas por la Cámara de Comercio, lo cual arrojó una tasa de respuesta del 51%. La validez de contenido se soportó en la revisión de literatura y en una muestra piloto aplicada a 5 organizaciones; en



tanto que el índice de confiabilidad alfa de Cronbach (Cronbach, 1951) fue de 0,79 para todos los ítems del cuestionario, lo que se considera de alta confiabilidad según la escala de Ruíz (2002). Así queda demostrada la consistencia interna entre las variables que conformaron el instrumento.

*Cuadro 1. Variables estudiadas*

<b>Código</b>	<b>Nombre de la variable</b>
P.E.O	Planeación estratégica de operaciones
P.A	Planeación agregada
P.M	Planeación maestra
M.R.P	Planeación requerimientos de materiales
INV	Inventario
P.O	Programación de operaciones
PRO	Pronósticos
DIF	Diferenciación
LICOS	Liderazgo en costos
ITEC	Inversión en tecnología
DIPRO	Diseño de producto
CAL	Calidad
ENTIEM	Entregas a tiempo
FLEX	Flexibilidad

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.- RESULTADOS

Como se observa en la Tabla 2, solo 2 empresas (11%) dijeron realizar procesos de planeación estratégica de operaciones; 16% utiliza planeación agregada y 32% usa plan maestro de producción. Además, 5% despliega el MRP, 58% hace gestión de inventarios, 5% utiliza estrategias de diferenciación en sus productos, 32% aplica la estrategia de liderazgo en costos, 42% implementan programas de calidad y 5% hacen entregas a tiempo. Por otra parte, 11% de las empresas en estudio tiene flexibilidad en sus procesos, 79% realiza programación de operaciones, 58% usa herramientas de pronósticos, 53% invierte en tecnología y 63% manifestó hacer diseño y rediseño de productos. Como se deduce de estos hallazgos, la mayoría de estas empresas presenta unos índices muy bajos en cuanto a la aplicación de las variables relacionadas con el “Modelo general de administración de operaciones” (Adam y Ebert, 1991), lo que se evidencia en la columna de porcentajes negativos de la Tabla 2.

Asimismo, se destacan algunos avances en los aspectos relacionados con programación de operaciones, pronósticos, diseño y rediseño de productos, inversión en tecnología y administración de inventarios. Estos resultados corroboran lo expuesto anteriormente, al poner en evidencia las múltiples falencias que presenta la función de operaciones en las organizaciones que fueron estudiadas. También dejan al descubierto su imposibilidad de participar con relativo éxito en escenarios caracterizados por altos niveles

de productividad y competitividad y que, desde luego, justifican la propuesta del modelo de gestión integral de operaciones desde la complejidad.

*Tabla 2. Estadísticos descriptivos*

Variables	Empresas estudiadas			
	Sí	%	No	%
P.E.O	2	11	17	89
P.A	3	16	16	84
P.M	6	32	13	68
M.R.P	1	5	18	95
INV	11	58	8	42
P.O	15	79	4	21
PRO	11	58	8	42
DIF	1	5	18	95
LICOS	6	32	13	68
ITEC	10	53	9	47
DIPRO	12	63	7	37
CAL	8	42	11	58
ENTIEM	1	5	18	95
FLEX	2	11	17	89

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.- DISCUSIÓN

Todos los argumentos anteriores exigen una nueva concepción de las organizaciones para adoptar el modelo en cuestión, es decir, una filosofía que se preocupe por motivar relaciones, hebras debidamente entrelazadas en lo que Capra ha denominado “la trama de la vida”. Lo anterior coincide con el planteamiento de Maldonado (2006), cuando expone que “las ciencias de la complejidad redefinen de raíz las relaciones mismas entre las ciencias y la filosofía, así como entre las ciencias entre sí, y por consiguiente, entre la ciencia y la sociedad”.

Igualmente, se hace necesario que la función de operaciones de las medianas y grandes empresas del sector industrial de Ibagué, Colombia, adopte nuevos y revolucionarios enfoques con respecto a su dinámica actual. En las circunstancias actuales, estos procesos carecen de la capacidad de atender en forma eficiente a sus clientes locales, y mucho menos a sus potenciales consumidores internacionales como requieren los mercados globales, no solo en términos de calidad, oportunidad y costo, sino de manera especial las actividades de producción, a fin de que estas no deterioren los recursos naturales y cumplan con los estándares laborales establecidos internacionalmente.

Los sistemas de operaciones basados en la filosofía de la complejidad y específicamente en el enfoque sistémico (Bertalanffy, 1968; Reynoso, 2006; Morin, 1995; Johansen, 1994) responden a todas estas



premisas, en tanto prevén una interrelación que conlleva la responsabilidad y el compromiso que deben asumir todos los actores necesarios en un proceso de fabricación. En este sentido, la empresa, el hombre y el Estado deben relacionarse y cooperar de manera eficiente, no solo para garantizar el crecimiento económico sino la preservación de la base natural. Desde el ámbito de la llamada Ecología Profunda, no solo se trata de observar unos parámetros generales propios de la ecología, sino de examinar el uso adecuado de los recursos involucrados en su fabricación y su disposición final (Capra, 1995).

En este mismo contexto, son muy importantes las diferentes herramientas de optimización de las matemáticas en los procesos productivos, pero, al margen de su utilización, debe tratarse de que estos métodos se conviertan más bien en unas matemáticas de relaciones y patrones, que tengan en cuenta al mismo tiempo muchas variables más cualitativas que cuantitativas (Capra, 1995; Maldonado, 2006). En otras palabras, no deben privilegiarse exclusivamente las posturas cuantitativas, mecánicas y materiales que han permeado al mundo por mucho tiempo. Más bien, hay que darle cabida a manifestaciones estéticas que permitan una nueva y renovadora mirada del mundo.

Ya es hora de pensar en modelos alternativos que redireccionen el accionar de estos procesos desde un enfoque integral. Así, coincidimos con Senge (2011) cuando afirma que “el pensamiento sistémico es una disciplina para ver totalidades. Es un marco para ver interrelaciones en vez de cosas, para ver patrones de cambio en vez de instantáneas estáticas” (p. 91).

Los antecedentes anteriores permiten concluir que el accionar de los procesos productivos de las medianas y grandes empresas de Ibagué y la actitud de las personas han impedido que las operaciones en estas organizaciones tengan un desempeño diferente, es decir, que se caracterice por involucrar en sus proyectos la sustentabilidad ambiental: a las personas como parte de la naturaleza y motores de un verdadero desarrollo sostenible, al Estado como regulador y promotor del crecimiento económico sin perjuicio del deterioro natural y a la empresa, como una función económica que genere beneficios sociales.

El modelo teórico propuesto debe reevaluar lo concebido tradicionalmente como la razón de ser de las organizaciones, es decir, esa concepción filosófica y práctica que ha delimitado el trabajo empresarial al enriquecimiento rápido, la preeminencia del “liderazgo organizacional”, el estatus quo, el consumismo, el industrialismo salvaje y el crecimiento desmedido, todo lo cual ha posibilitado llamarlas con el nada envidiable calificativo de “unidades de explotación económica”.

Como puede verse, las organizaciones analizadas se identifican con el estilo tradicional de desempeño, lo cual no puede superarse si esa visión compleja anhelada por algunos se aplaza indefinidamente.



Existen una serie de factores culturales que son difíciles de revertir en el corto tiempo y desde esta perspectiva se requiere trabajar sobre la actitud de las personas para alinearlas con la nueva ideología de trabajo empresarial. “Los administradores financieros e ingenieros son eminentemente pragmáticos y principalmente piensan en herramientas y aplicaciones” (Maldonado & Gómez, 2011, p. 120). Este fenómeno se corroboró durante el proceso de caracterización de nuestro trabajo, al no encontrar un liderazgo que se distinguiera en materia de solidaridad, comprensión, ayuda mutua, comunicación e información, así como en el respeto por el hombre y la naturaleza por parte de los directores de las áreas de manufactura de las medianas y grandes empresas del sector manufacturero de la ciudad de Ibagué.

A manera de conclusiones y con base en el trabajo empírico, se puede decir que los sistemas productivos de las medianas y grandes empresas industriales de Ibagué, Colombia, poseen muchas las deficiencias. Sus procesos de planeación y control son muy débiles en todos los aspectos relacionados con la programación, la organización y control de las operaciones productivas, lo cual hace que sean sistemas muy ineficientes en cuanto a productividad y competitividad.

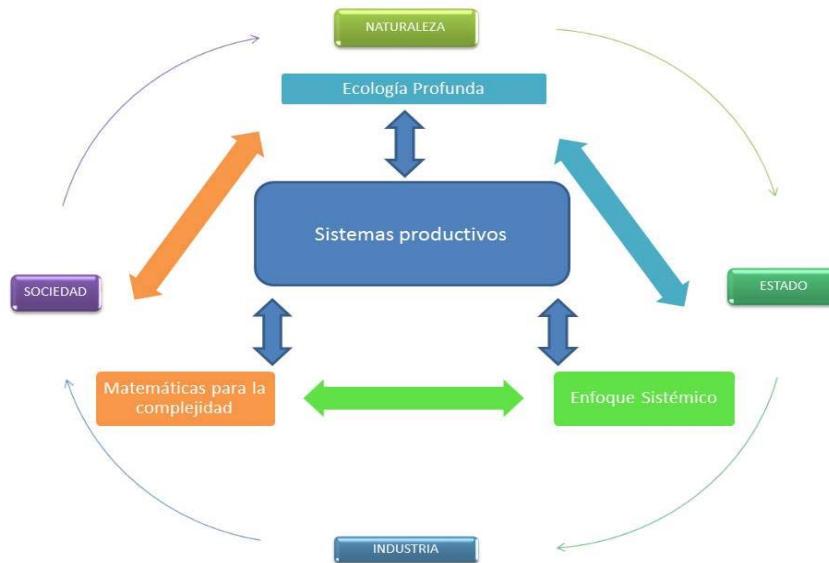
Con base en estos hechos, como aporte del presente estudio, se presenta la propuesta del Modelo de Gestión Integral de Operaciones desde la Complejidad, para los sistemas de fabricación en estas organizaciones, que se espera contribuya inicialmente al proceso de sensibilización de la alta dirección y, por esta vía, se irrigue el pensamiento complejo a todos los integrantes de las áreas de operaciones de estas empresas. El modelo planteado aporta elementos de decisión desde las perspectivas del Pensamiento sistémico, las Matemáticas de la complejidad y la Ecología profunda, con el objeto de impulsar a nivel estratégico un mejoramiento de la dinámica actual, no solo de los procesos de manufactura sino también a las demás funciones y eventualmente a otras organizaciones:

### ***Fundamentos del Modelo***

#### ***✓ La naturaleza***

Como se observa en el modelo propuesto (Figura 1), la naturaleza representa el factor más importante no solo desde el punto de vista de la sostenibilidad y sustentabilidad, sino que prácticamente se constituye en la razón de ser de la existencia humana. La tierra proporciona todos los recursos de que disponemos y que cada día destruimos en forma indiscriminada.

**Figura 1.** Modelo propuesto desde el enfoque de la complejidad



**Fuente:** Elaboración propia

El informe Nuestro Futuro Común de la comisión mundial del medio ambiente y desarrollo (1987, p. 268) puntualiza que “la respuesta de la industria a la contaminación y el deterioro del medio ambiente y los recursos no debería limitarse a cumplir con las reglamentaciones. Debería aceptar un sentido amplio de responsabilidad social y asegurar el conocimiento de las consideraciones ambientales en todos los niveles”.

✓ **El papel del hombre**

El hombre es el centro del desarrollo industrial y debe asumir la responsabilidad en el empleo de los recursos naturales en los procesos de producción. Aquí se demanda de los seres humanos una nueva visión de la naturaleza; que lo lleve por lo menos a compensar en alguna proporción los inmensos daños que está ocasionando al planeta; ahí están presentes, pues, fenómenos como el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono y la deforestación de grandes extensiones de tierra.

✓ **El Estado**

El Estado constituye el marco regulador de todas las relaciones que se dan en una sociedad y en este sentido:

Las últimas constituciones desarrolladas en el mundo (desde 1975), tienen todas referencias al medio ambiente. La función programática de una constitución, al tener una serie de objetivos de gran importancia social (función social, bien común, etc.), ha de incluir los problemas medioambientales como un elemento



más que ha de tutelar (depende de la política estatal, defender la seguridad de las generaciones futuras, etc.)” (Seoánez, 1998, p. 67).

✓ **Las industrias**

Como se planteó anteriormente, con base en los criterios de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, las industrias son de importancia fundamental para la economía de las sociedades modernas y un motor indispensable del crecimiento. Es esencial en los países en desarrollo para ampliar la base y satisfacer sus crecientes necesidades. En este sentido Seoánez (1998) plantea que el desarrollo de la industria es un fenómeno exponencial, directamente relacionado con el aumento de población, con el consumo y con el incremento de necesidades materiales, por lo que sus implicaciones medioambientales también experimentarán un crecimiento exponencial.

✓ **Estructura**

La estructura del modelo está matizada por el conjunto de interconexiones sistémico-complejas que se dan entre sus componentes, siendo éstos el subsistema comercial, el de dirección y gestión, el financiero, el de recursos humanos y el de operaciones que se dan desde el punto de vista interno de la organización. Asimismo, deben existir conexiones entre los subsistemas analizados internamente como un todo y los factores de orden exógeno o medioambiental, es decir, la naturaleza, el Estado, el hombre y las industrias (Figura 1).

✓ **Limitaciones en la aplicabilidad del modelo**

Resistencia al cambio

Paradigmas preconcebidos

Barreras culturales

Barreras emocionales

Barreras organizacionales

**Barreras estructurales: políticas, económicas, sociales entre otras**

Futuras investigaciones podrían ampliar el estudio a otro tipo de organizaciones, abordando otras escuelas del pensamiento complejo para determinar si, en efecto, los sistemas mecánicos orientan aún el desempeño organizacional.



## 5. - REFERENCIAS

- Adam, E., & Ebert, R. (1991). *Administración de la producción y las operaciones*. (4ª ed.). México: Prentice Hall.
- Bernal, C.A. (2003). *Metodología de la Investigación para las Ciencias Administrativas*. Universidad de la Sabana. Bogotá.
- Bertalanffy, L. (1968). *Teoría General de Sistemas*. Canadá: Fondo de Cultura Económica.
- Bertalanffy, L. (1984). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo y aplicaciones* (1ª ed.). México, D.F: Fondo de Cultura Económica.
- Bonini, C. Hausman, W., & Bierman, H. (2000). *Análisis cuantitativo para los negocios* (9ª ed.). Bogotá: McGraw Hill Interamericana, S.A.
- Capra, F. (1995). *La Trama de la Vida-Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común*. Madrid: Alianza Editorial.
- Centro de productividad del Tolima-SENA. (2002). Experiencias de mejoramiento continuo en empresas del Tolima. 2º encuentro regional de mejoramiento continuo sector productivo. Ibagué.
- Cornejo, A. (1997). *Complejidad y Caos*. México: Ediciones Castillo S. A. De C. V.
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, (16), 3, p. 297-334.
- Deslauries, J. (2004). *Investigación cualitativa, guía práctica*. Doctorado en ciencias de la educación- Rudecolombia. Pereira: Editorial Papiro.
- Fernández, E., Avella, L. & Fernández, M. (2003). *Estrategia de Producción* (2ª ed.). Barcelona: McGraw Hill.
- Fernández, F., Carmona, V., & Teruel, A. (2008). Existence of a Reversible T-Point Heteroclinic Cycle in a Piecewise Linear Version of the Michelson System. *SIAM journal on applied dynamical systems*, (7), 3. p. 1032-1048.
- Fernández, M.A. (2010). Caos y complejidad en ciencias de la vida. Recuperado de [http://www.escet.urjc.es/~fisica/investigacion/publications/Papers/2010/06\\_MiguelSANJUAN.pdf](http://www.escet.urjc.es/~fisica/investigacion/publications/Papers/2010/06_MiguelSANJUAN.pdf)

- Ghauri, P., & Gronhaug, K. (2010). *Research Methods in Business Studies*. (4ª ed.). Essex, England: Pearson.
- Gómez, M., Deslauries, J., & Alzate, M. (2010). *Cómo hacer tesis de maestría y doctorado*. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Gould, F., Eppen, G., & Schmidt, C. (1992). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. México: Prentice Hall.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3ª ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. (5ª ed.). México: Mc Graw Hill.
- Johansen, O. (1994). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. México: Limusa Noriega Editores.
- Johansen, O. (2004). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. México: Limusa Noriega Editores.
- Katz, D. & Kahn, R. (1966). *The Social Psychology of Organizations*. Nueva York: Wiley.
- Luhmann, N. (1997). *Organización y decisión. Autopoiesis, acción y entendimiento* (1ª ed). Anthropos Editorial.
- Maldonado, C. (2007). *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, C.E., & Gómez, N.A. (2011). *El mundo de las ciencias de la complejidad*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Martín, M.L., & Díaz, E. (2009). Posicionamiento estratégico de las empresas industriales en las prioridades competitivas de operaciones: desarrollo y aplicación de un indicador de medida. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 39, p. 059-094.
- Martín, Q., Cabero, M., & de Paz, Y. (2008). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS prácticas resueltas y comentadas*. Madrid, España: Thomson.
- Méndez, C. (1995). *Metodología: guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Morin, E. (1995). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Barcelona: Gedisea.
- Morin, E. (1994). *El Método. El Conocimiento del conocimiento*. Madrid: Cátedra.
- Ospina, D. (2001). *Introducción al muestreo*. Bogotá: Unibiblos Universidad Nacional de Colombia
- Reid, R. & Sanders, N. (2010). *Operations Management*. USA: Wiley.



- Rialp, A., Rialp, J., Urbano, D., & Vaillant, Y. (2005). The born-global phenomenon: A comparative case study research. *Journal of International Entrepreneurship*, 3 (2), 133-171.
- Reynoso, C. (2006). *Complejidad y caos: una exploración antropológica*. Universidad de Buenos Aires.
- Reynoso, C. (2004). Herramientas de Complejidad y Caos para las Ciencias Sociales. *Boletín de Antropología Americana*, (40), 5-20.
- Ruíz, C. (2002). Instrumentos de Investigación Educativa, procedimientos para su diseño y validación. Venezuela: CIDEG Barquisimeto.
- Sánchez, F. et al. (1998). *Psicología social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Senge, P. (2011). *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje* (2ª ed). Buenos Aires: Editorial Granica
- Seoánez, M. (1998). *Medio ambiente y desarrollo*. España: Mundi Prensa S.A.
- Valenzuela, L. (1997). *Perspectivas de la Responsabilidad Social Empresarial*. Manizales: Editorial Gráficas JES Ltda.
- Van, G. (1997). *Teoría General de Sistemas*. México: Editorial Trillas.