

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



Angélica María Zamora Zamora

**APROXIMACIÓN A UN MARCO TEÓRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA  
METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO SISTÉMICO DE SECTORES  
ESTRATÉGICOS**

Trabajo de grado

Bogotá, Colombia

2015

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



Angélica María Zamora Zamora

**APROXIMACIÓN A UN MARCO TEÓRICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA  
METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO SISTÉMICO DE SECTORES  
ESTRATÉGICOS**

Trabajo de grado

Tutores

Dr. Luis Fernando Restrepo Puerta

Dra. Ángela Lucía Noguera Hidalgo

Maestría en Dirección

Bogotá, Colombia

2015

ii

## DEDICATORIA

Dedico muy especialmente este logro a:

*Mis padres*, quienes han sido ejemplo de trabajo e integridad y han construido con esfuerzo la plataforma para mi crecimiento personal y profesional.

*A cada líder* que ha pasado por la compañía para la cual trabajo y me ha inspirado a ser mejor en el desarrollo de mi profesión. A cada uno de los que creyó en mí (aunque no soy yo) y dio su voto de confianza.

*A mis líderes espirituales*, incansables conquistadores, que me han empujado a experimentar la grandeza y majestuosidad de nuestro Dios, llevándome a creer sin límites.

*A mis tutores*, que dedicaron su tiempo y paciencia a la orientación tan profesional, para la configuración del presente trabajo de investigación.

*A cada profesor* que sembró un aporte desde su especialización para la formación de los directivos que, sin lugar a dudas, presidiremos las empresas más prósperas de este país.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi especial y sincero agradecimiento a *Dios* quien abre camino donde no lo hay, dándome la oportunidad de tomar este programa de maestría en tan prestigiosa universidad y permitiéndome culminarlo hoy con excelencia.

Tan alto como me quiera llevar, ¡que sea vista su gloria y nada más!

## TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO.....	1
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	4
ABSTRACT AND KEYWORDS .....	6
INTRODUCCIÓN .....	8
1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	10
2 NECESIDAD DE LA INVESTIGACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA ....	14
2.1 Necesidad de la investigación .....	14
2.2 Fundamentación teórica de la perspectiva utilizada .....	15
3 OBJETIVOS .....	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4 MARCO METODOLÓGICO .....	19
5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	28
5.1 El AESE y el pensamiento analítico.....	28
5.2 El pensamiento sistémico .....	31
5.2.1 Origen y evolución del pensamiento sistémico .....	32
5.2.2 Principios y elementos del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas).....	35
5.3 El pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) y la toma de decisiones estratégicas .....	52
5.4 Métodos usados para la construcción de modelos dinámicos en trabajos de investigación.....	62

5.4.1	Método Morecroft refinado .....	62
5.4.2	Enfoque holónico.....	64
5.4.3	Método Grumbach integrado con el enfoque de escenarios prospectivos y la dinámica de sistemas .....	67
5.4.4	Análisis estructural y dinámica de sistemas .....	69
5.4.5	Modelos existentes o arquetipos .....	72
5.5	Aplicaciones de los modelos dinámicos de sistemas en estudios de investigación y sus resultados .....	74
5.6	Elementos relevantes para la construcción de la metodología del Estudio de Sectores Estratégicos desde el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) .....	76
5.6.1	Elementos teóricos, conceptuales y metodológicos a contemplar en la construcción de la metodología ESSE. ....	78
5.6.2	Fases para la construcción de la metodología para el ESSE (modelo dinámico).....	79
5.6.3	Aspectos a considerar en la integración de los resultados de las pruebas del AESE a la fase de conceptualización .....	81
5.6.4	Consideración de la orientación al aprendizaje en la metodología ....	87
5.6.5	Relevancia de la identificación de palancas claves.....	87
5.6.6	Consideración de la disponibilidad de información .....	88
5.6.7	Importancia de la participación de expertos .....	88
5.6.8	Importancia de la participación de otros actores de la industria.....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		90
Bibliografía.....		96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Propiedades fundamentales de un sistema .....	37
Figura 2 Clasificación de las variables que aparecen en un modelo .....	39
Figura 3 Ejemplos de estructuras causales simple y compleja.....	40
Figura 4 Diagrama causal del símil hidrodinámico.....	43
Figura 5 Diagrama de Forrester del símil hidrodinámico .....	45
Figura 6 Enfoques para la identificación de elementos relevantes de un sistema.	48
Figura 7 Diseño de un modelo dinámico.....	49
Figura 8 Las cuestiones fundamentales en las estrategias dinámicas .....	54
Figura 9 Red representativa del sistema de negocio simulado.....	57
Figura 10 Proceso general del proyecto para la comprensión de la competitividad en el sector de la construcción.....	58
Figura 11 Influencias de competitividad interconectadas (internas y externas) .....	59
Figura 12 Modelo de sectores y concepto de cadena de valor.....	60
Figura 13 Proceso de planeación estratégica en la aplicación del Método Morecroft refinado.....	64
Figura 14 Metodología <i>PrOH modeling</i> .....	65
Figura 15 Plantilla para un modelo simple de PrOH .....	66
Figura 16 Determinación del nivel de detalle de un modelo de proceso de negocio .....	67
Figura 17 Modelo sistémico de integración entre escenarios prospectivos y dinámica de sistemas .....	68
Figura 18 Plano de influencia/dependencia .....	70
Figura 19 Gráfico de influencias directas en la aplicación del método de análisis estructural y la dinámica de sistemas .....	70

Figura 20 Diagrama causal en la aplicación del método de análisis estructural y la  
dinámica de sistemas .....71

Figura 21 Arquetipo genérico de éxito para el éxito.....73

Figura 22 Arquetipo genérico límites para el éxito .....73

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: libros de texto .....	20
Tabla 2 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: <i>reviews</i> ...	21
Tabla 3 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: <i>journals</i> especializados .....	22
Tabla 4 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: publicaciones de asociaciones especializadas .....	23
Tabla 5 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: otras publicaciones .....	24
Tabla 6 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: tesis de maestría .....	26
Tabla 7 Símbolos que aparecen en los diagramas de Forrester.....	44
Tabla 8 Fases para la construcción de la metodología (modelo dinámico) del EESE .....	80
Tabla 9 Conceptualización del modelo dinámico del EESE aplicando el análisis estructural e integrando los resultados de la metodología AESE .....	86

## GLOSARIO

- *Análisis estructural*: Es una herramienta que permite describir un sistema mediante la construcción de una matriz que une todos sus componentes y el análisis de sus relaciones, destacando las variables que son esenciales para la evolución del sistema (Sirius, Godet, Meunier & Roobelat, 2004).
- *Arquetipos*: Son arreglos genéricos contruídos a partir de las estructuras elementales que responden a comportamientos específicos observados en campos como la economía, la dirección de empresas, la biología o la política. (Olmo & Pérez, 1992).
- *Cuadro de mando integral*: (BSC por sus siglas en inglés) “es un conjunto de medidas que da a los altos directivos una visión rápida pero completa de la empresa. El cuadro de mando integral incluye medidas financieras que muestran los resultados de las acciones ya adoptadas. Y complementa las medidas financieras con medidas operativas sobre la satisfacción del cliente, los procesos internos, la innovación de la organización y las actividades de mejora [traducción propia]” (Kaplan & Norton, 1992, p. 71).
- *Diagrama causal o de influencias*. Es una representación gráfica de la estructura del sistema que permite conocer sus elementos, la especificación y las relaciones entre las variables (Aracil, 1995).
- *Diagrama de Forrester*. Es aquel que muestra las relaciones entre las variables de un sistema. Constituye una reelaboración del diagrama de influencias y representa un modelo matemático, puesto que cada uno de los bloques que

intervienen en él lleva asociada una ecuación matemática que caracteriza su función (Aracil, 1978).

- *Modelo*. Es una representación abstracta de un sistema real compuesto por elementos y relaciones que especifican las interacciones que se producen en su interior (Aracil, 1978).
- *Pensamiento analítico*. Es un tipo de pensamiento conformado por el análisis (inducción) y la síntesis (deducción). A través del análisis se pasa de los efectos a sus causas, y de las causas particulares a las más generales, hasta que el argumento termina en lo más general. Mediante la síntesis se asumen las causas descubiertas y establecidas como principios; por medio de ellas se explican los fenómenos resultantes y se prueban las explicaciones (Hartman, 1969).
- *Pensamiento sistémico*. Es un marco conceptual, un cuerpo de conocimientos, principios, métodos y herramientas, orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común, para dar claridad a los patrones totales con el fin de modificarlos (Senge, 1998). Se usa indistintamente con el concepto *dinámica de sistemas*.
- *Prospectiva*: “ejercicio intelectual que pretende aclarar la acción presente a la luz de la visión que nos hacemos, correcta o erróneamente, de la historia del pasado y de los futuros posibles o deseados” (Godet & Durance, 2009, p. 9). Usa entre otros, el método de escenarios cuyo objetivo es “proponer orientaciones y acciones estratégicas, apoyándose en las competencias de la empresa en relación con los escenarios de su entorno general y de la competencia” (p.44).

- *Sector estratégico.* “Es un subsector dentro de la clasificación CIIU [Clasificación Internacional Industrial Uniforme], constituido por empresas que rivalizan de forma directa, y cuya rivalidad se encuentra limitada y afectada por las fuerzas del mercado (proveedores, compradores, bienes sustitutos o complementarios que los afectan, y el nivel de rivalidad presente)” (Restrepo y Rivera, 2008, p. 22).
  
- *Simulación.* Significa establecer, en un ordenador digital, las condiciones que describen las operaciones de un sistema, sobre las cuales el ordenador genera gráficos resultantes de la información relativa a los temas de interés, con lo que permite determinar el efecto de las políticas y los supuestos sobre su desempeño (Forrester, 1958).
  
- *Sistema.* Es un conjunto de partes en interacción que se encuentran aisladas del medio por unos límites y que generan un comportamiento autónomo, el cual está determinado por su estructura (Aracil, 1978).
  
- *Teoría General de Sistemas:* “disciplina formal que hace uso de la lógica matemática para aplicarla a ciencias empíricas y problemas en los que interactúa un número finito de elementos y procesos” (Bertalanffy, 1986).
  
- *Variables que conforman el modelo dinámico.* Las *variables de nivel* representan magnitudes que acumulan los resultados de acciones tomadas en el pasado; las *variables de flujo* determinan las variaciones en los niveles del sistema; y las *variables auxiliares* representan pasos o etapas en que se descompone el cálculo de una variable de flujo a partir de los valores tomados por los niveles (Aracil, 1978).

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

### Resumen

En la búsqueda de adaptabilidad por parte de las organizaciones, para sobrevivir y crecer frente a los cambios, así como de los procesos de formulación y revisión de la estrategia empresarial para la toma de decisiones, la exploración e interpretación del entorno, sus elementos y dinámica se han convertido en una necesidad apremiante. En este contexto, una de las herramientas que permite a las organizaciones mejorar la visión sectorial es la metodología del Análisis Estructural de Sectores Estratégicos (en adelante AESE). Esta visión que se construye a partir de la aplicación de dicha metodología se deriva de los procesos de análisis y de síntesis.

En el mismo sentido, la falta de uniformidad del mundo actual, la cantidad de factores que impactan el desempeño organizacional y la complejidad de las interacciones que se dan en los sectores estratégicos conducen a la búsqueda un nuevo enfoque para comprenderlos e intervenirlos. Lo anterior debido a que es claro que desde el pensamiento analítico no se contemplan las múltiples interrelaciones en los sectores estratégicos, su permanente variación, ni los procesos circulares que en ellos se dan, por lo cual la visión que proporciona se considera limitada para comprender la realidad y guiar a los directivos empresariales en la toma de decisiones estratégicas.

Por el contrario, el uso del pensamiento sistémico en el estudio sectorial sí posibilita la comprensión de los sectores como sistemas, su diseño, estructura (relaciones) y funcionamiento (dinámica) a fin de obtener una visión de conjunto

para intervenirlos. Dentro de los beneficios que brinda la aplicación del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) se encuentra la posibilidad de simular un modelo dinámico que permite determinar el futuro de los sectores estratégicos y guiar a las organizaciones a la definición de políticas alineadas con la búsqueda de la perdurabilidad. Luego, el presente trabajo de investigación pretende establecer los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos, asociados con la toma de decisiones estratégicas y con el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas), que contribuyen a la construcción de una metodología para el Estudio Sistémico de Sectores Estratégicos (en adelante ESSE).

### **Palabras clave**

Entorno, sectores estratégicos, pensamiento analítico, pensamiento sistémico, sistema.

## **ABSTRACT AND KEYWORDS**

### **Abstract**

In search of organizations adaptability to survive and grow against changes, as well as the business strategy's formulation and revision for decision-making, exploration and interpretation of the environment, its elements and dynamics, have become a pressing need. In this context, one of the tools enables organizations to improve sectorial vision is the Structural Analysis of Strategic Sectors methodology (hereinafter AESE by its acronym in Spanish). This vision is built from methodology's application and is derived from analysis and synthesis processes.

In a similar way, the lack of uniformity in the current world, the number of factors impacting organizational performance and interactions complexity that take place in strategic sectors, lead to finding a new approach to understand and intervene them. This, because it is clear that from analytical thinking not multiple interactions in strategic sectors, nor its permanent variance or circular processes that occur in them are contemplated, so the view provided is considered limited for understanding reality and leading business managers in strategic decision making.

By contrast, the use of systems thinking in sectorial study enables understanding sectors as systems, their design, structure (relationships) and performance (dynamic) to get an overview to intervene them. Among the benefits provided by systems thinking (dynamic system) application is the ability to simulate a dynamic model to determine the strategic sectors future's and guide organizations to define aligned policies with the pursuit of perdurability. Then, the present investigation aims to establish theoretical, conceptual and methodological

issues associated with strategic decision making and systems thinking (dynamic systems) that contribute to Systemic Study of Strategic Sectors (hereinafter ESSE by its acronym in Spanish) methodology's construction.

### **Keywords**

Environment, strategic sectors, analytical thinking, systems thinking, system.

## INTRODUCCIÓN

En el marco de las reflexiones alrededor de la estrategia empresarial y el proceso de toma de decisiones, que han conducido a la exploración e interpretación del entorno de las organizaciones, buscando adaptarse a los cambios inminentes en el medio ambiente para sobrevivir y crecer, Restrepo y Rivera (2008) desarrollaron la metodología denominada *Análisis Estructural de Sectores Estratégicos AESE*. Esta metodología permite construir una visión sobre el entorno de las organizaciones mediante un proceso de análisis (en el que se realizan varias pruebas, que pueden desarrollarse paralelamente y que conjugan datos provenientes de diferentes frentes del sector) para posteriormente efectuar un ejercicio de síntesis (soportado en la integración de los resultados cualitativos y cuantitativos individuales).

Aunque el AESE ha facilitado a estrategias y analistas sectoriales concebir una visión sobre el medio ambiente, en el contexto de los sectores estratégicos, este aún no es completo, pues es claro que el comportamiento global de dichos sectores es el resultado de múltiples interacciones entre los elementos que los conforman que se hacen difíciles de comprender y de intervenir en pos de provocar mejoras en el desempeño del sistema; todo ello si las relaciones en mención son abordadas desde el enfoque analítico. Por su parte, estudiar los sectores estratégicos desde el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) posibilitaría la comprensión de las relaciones señaladas y su dinámica, generándose así una perspectiva más amplia e integral (ESSE). Por esta razón es que el presente trabajo de investigación tiene como fin establecer los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos que contribuyen a la construcción de una

metodología para el ESSE, a partir del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas).

El documento comprende cinco capítulos: en el primero se hace una descripción de la propuesta que abre la puerta a la posibilidad de complementar el estudio analítico sectorial (AESE) tomando elementos, tanto teóricos como metodológicos, del pensamiento sistémico; el segundo evidencia la necesidad de la investigación y refiere la fundamentación teórica de la perspectiva utilizada para soportar la propuesta; el tercero muestra los objetivos de la investigación; el cuarto capítulo describe el marco metodológico con el que se desarrolla la investigación, el cual incluye el posicionamiento epistemológico, el método de investigación, el tipo de aproximación empleado, la descripción y el tratamiento dado a la bibliografía consultada; y por último, el quinto capítulo presenta el marco teórico para la construcción de una metodología (desde el pensamiento sistémico o dinámica de sistemas) para el ESSE, abordando la relación entre el AESE y el pensamiento analítico; el origen y la evolución del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas); los principios, los elementos de este pensamiento y su relación con la toma de decisiones estratégicas, los métodos usados para la construcción de modelos dinámicos de los sistemas en trabajos de investigación, sus aplicaciones y resultados y, para finalizar, los elementos relevantes que pueden determinarse para el Estudio Sectorial desde el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas).

## **1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

En las últimas décadas se ha identificado la necesidad de explorar e interpretar el entorno organizacional a fin de orientar la toma de decisiones estratégicas, buscando adaptarse a los cambios inminentes en el medio ambiente para sobrevivir y crecer. Ejemplo de lo anterior se refleja en los trabajos desarrollados por Miller (1987) quien estudia la correlación de las variables estratégicas con las variables ambientales dadas y reconoce que las variables estratégicas adoptadas por las organizaciones presentan uniformidad según el tipo de entorno en el que se desenvuelven (sea este dinámico, estable, hostil o heterogéneo).

También se encuentra la investigación realizada por Forte, Hoffman, Lamont, & Brockmann (2000) sobre la adaptación organizativa a grandes cambios en el entorno, cuyos resultados indican que un ajuste entre las contingencias ambientales y la forma de organización se relaciona con un rendimiento superior. Asimismo está el estudio adelantado por Van Gils, Voordeckers & Van Den Heuvel (2004) el cual configura la percepción de gestión de las organizaciones acerca de la incertidumbre del entorno; en él se concluye que las percepciones que construyen los ejecutivos de alta dirección sobre el contexto organizacional influyen en las decisiones estratégicas adoptadas.

Igualmente, se evidencia el examen realizado por Liao, Welsch & Stoica (2008) que aporta a las relaciones entre la turbulencia ambiental (descrita como altos niveles de cambios en las variables ambientales clave) y las actividades de exploración del medio ambiente (al cual se refieren como los factores físicos y sociales relevantes fuera de los límites de la organización que son tomados en consideración durante el proceso de toma de decisiones), todo ello en el contexto

de las pequeñas y medianas empresas. Del mismo modo la herramienta desarrollada por Banham (2010), deja entrever la importancia del entorno en el comportamiento organizacional al establecer el modelo de los "grados de turbulencia", que fue diseñado para proporcionar a los gerentes una mayor comprensión de los efectos de los cambios ambientales y para orientarlos en la formulación y revisión de estrategias.

Es así como, a partir de lo expuesto por los anteriores autores, se concluye que las reflexiones alrededor de la estrategia empresarial y el proceso de toma de decisiones requieren necesariamente de la interpretación del entorno de las organizaciones. En concordancia se tiene la propuesta adelantada por Restrepo y Rivera (2008), denominada *AESE*, conformada por cuatro pruebas que, al ser aplicadas, proporcionan a las organizaciones elementos para la configuración e interpretación de su sector estratégico. Estas pruebas les permiten identificar la posición relativa que ocupan en el mercado y les facilitan el reconocimiento de su nivel de atractividad, en términos de barreras de entrada y barreras de salida, a través de la evaluación del riesgo de ingreso de nuevos competidores y del poder de negociación de los compradores y los proveedores, así como la amenaza que constituyen los bienes sustitutos.

Los objetivos de las pruebas que componen la propuesta están orientados, en primera instancia, a la determinación del grado de hacinamiento en el mercado para identificar el nivel de asimetrías financieras y el grado de convergencia que presenta el sector estratégico; en segunda instancia, al levantamiento del panorama competitivo, con el propósito de tener un paneo de todas las posibilidades que el sector estratégico ofrece; en tercera instancia, al estudio de las fuerzas del mercado, lo que apoya la reflexión y determina el nivel de atracción del sector estratégico estudiado y, en última instancia, al estudio de los competidores a fin de identificar el comportamiento de las organizaciones dentro

del sector, a través de su potencial de crecimiento, sus índices de erosión y el conocimiento de sus supuestos (Restrepo y Rivera, 2008).

En resumen, el AESE constituye una metodología, desarrollada a partir del enfoque analítico, que permite construir una percepción de lo ocurrido en los sectores estratégicos. En la aplicación de dicha metodología se descompone el sector estratégico en cuatro conceptos que lo definen: el hacinamiento, el panorama competitivo, las fuerzas del mercado y los competidores. Estos a su vez se interpretan a través de conceptos tales como la mortalidad de las empresas, la convergencia estratégica, el hacinamiento cualitativo, la diferenciación estratégica, la referenciación competitiva, las manchas blancas, la competitividad, la estrategia competitiva, las barreras de entrada, las barreras de salida, el poder de negociación del proveedor, el poder de negociación del comprador, el potencial de crecimiento, los índices de erosión, entre otros.

Los resultados de la aplicación de las pruebas de la metodología AESE, que están asociadas a los conceptos que definen el sector estratégico, muestran información de tipo cualitativo y cuantitativo que se integra para establecer la percepción del sector estratégico lo cual es considerado como un ejercicio de síntesis. Sin embargo, el resultado de esta síntesis no proporciona información acerca de cómo se relacionan los elementos descritos en el análisis, es decir, en esa metodología la percepción de la dinámica y las características del sector se torna limitada. Por el contrario, la comprensión de los sectores estratégicos como sistemas, con sus partes e interacciones, permite obtener una visión de conjunto para intervenirlos, razón por la cual se abre la posibilidad de complementar el estudio sectorial realizado (AESE) tomando elementos tanto teóricos como metodológicos del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas).

En otras palabras, si bien el AESE se configura como una metodología efectiva para la constitución de estrategias por cuanto, según la Universidad del Rosario a

través de la Dirección de Investigaciones (2012), sostiene que ha sido aplicada en investigaciones de sectores estratégicos de carácter público y privado, usada en consultorías a través del Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM) y publicada en dos libros y numerosos documentos de investigación, este análisis muestra la necesidad de complementarse con una mirada sistémica y multifactorial que sería posible con el desarrollo de la metodología ESSE, cuya fundamentación teórica y conceptual se pretende realizar desde este trabajo de investigación. Por tanto, el presente trabajo pretende alcanzar una aproximación al marco teórico (especialmente sobre el pensamiento sistémico o dinámica de sistemas) para la construcción de una metodología que sirva para el desarrollo del ESSE y que permita a las organizaciones plantear una apuesta estratégica para mejorar su desempeño y aportar a su permanencia en el tiempo.

## **2 NECESIDAD DE LA INVESTIGACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Este capítulo tiene por objeto evidenciar la necesidad de realizar la presente investigación y describir los fundamentos teóricos que la soportan.

### **2.1 Necesidad de la investigación**

El análisis, según lo planteado por Hartman (1969), consiste en dividir repetidamente un concepto (unidad de conocimiento) en otros que a su vez lo definen hasta llegar a lo simple, para luego pasar a sintetizarlos o integrarlos hasta llegar a lo compuesto.

En consecuencia, teniendo en cuenta que el AESE se desarrolla a partir de una perspectiva analítica, es posible afirmar que, con base en los planteamientos de este autor, los resultados que se obtienen al aplicar la metodología del AESE no estarían contemplando las interrelaciones en los sectores estratégicos, que según Forrester (1995a) son importantes dada su permanente variación, ni los procesos circulares que se presentan, en donde no existe causa y efecto unidireccional sino un anillo de acciones y consecuencias que se cierran sobre sí mismas. Teniendo en cuenta lo anterior, el AESE podría estar proporcionando una visión que resulta insuficiente para comprender la realidad y guiar a los directivos organizacionales en la toma de decisiones estratégicas.

Por ello se pensó en la necesidad de construir una metodología que sirva para el desarrollo del ESSE, mediante la cual se comprendan las relaciones y la dinámica entre los aspectos contemplados, se complemente la visión del entorno organizacional, se guíe el planteamiento estratégico y se aporte al mejoramiento

del desempeño. Para ello se usó el enfoque sistémico (dinámica de sistemas) identificando aquellos elementos teórico-metodológicos que facilitarían la construcción de la propuesta.

## **2.2 Fundamentación teórica de la perspectiva utilizada**

De acuerdo con lo ya señalado la perspectiva usada para complementar la metodología AESE, en pos de configurar la propuesta del ESSE, es el pensamiento sistémico.

El pensamiento sistémico es abordado a partir de los planteamientos de Forrester (1958), hechos en su obra *Industrial dynamics*, donde desarrolla trabajos de comprensión y modelamiento de sistemas complejos a través de la dinámica de sistemas (tradicionalmente vistos como lineales). El autor enfatiza en la comprensión de los sistemas (diseño, estructura, funcionamiento) a fin de obtener una visión de conjunto para intervenirlos. Después de las discusiones de Forrester (1958) sobre las organizaciones sociales en las empresas y las ciudades (Forrester, 1969), la siguiente discusión se centra en el sistema mundial (Forrester, 1970).

Para el autor, en la segunda obra mencionada, el problema en las ciudades comprende el crecimiento junto con la paralización urbana vista en términos de la interacción de la vivienda, las industrias y la población. Posteriormente, el autor aborda el problema mundial (sobre cómo lograr estabilidad más equilibrio) con el mismo referente y estructura formal de su modelo de simulación para el problema urbano, pero abarcando las variables: población, inversión de capital, recursos naturales, fracción de capital dedicado a la agricultura y contaminación. En ese mismo sentido, Bertalanffy (1986) presenta el enfoque de sistemas como alternativa para enfrentar problemas teóricos o prácticos que no pudieran ser resueltos desde el pensamiento analítico.

Más adelante, y hablando de la comprensión de los sistemas sociales y la toma de decisiones derivadas de este proceso, Forrester (1995a) hace evidente la incapacidad de la mente humana para interpretar la dinámica del comportamiento de los sistemas sociales complejos. Refiere que estas limitaciones mentales de los humanos vienen dadas por la incapacidad para comprender las relaciones de causalidad circular, las cuales se dan en aquellos procesos en los que las decisiones conllevan cambios que influyen en decisiones ulteriores (Forrester, 1998). En esta instancia, el autor sostiene que los sistemas, ya sean estos físicos (provenientes de la naturaleza) o sociales (procedentes de las formas de organización entre seres humanos), nunca estructuran un mundo unidireccional donde un problema conduce a una acción que lleva a una solución, sino que se desarrollan en un entorno circular en movimiento en donde cada acción actual (basada en condiciones presentes) condiciona las acciones futuras, de forma que las condiciones modificadas se convierten en el fundamento de acciones posteriores.

Forrester (1995a) sostiene que el comportamiento que la gente no anticipa aparece tanto en los sistemas corporativos como en los sociales. Específicamente, para los sistemas sociales identifica tres patrones de comportamiento de este tipo:

- **Resistencia:** consiste en que los sistemas son resistentes a la mayoría de los cambios de políticas que la gente elige en un esfuerzo por alterar su comportamiento. La intuición humana se desarrolla desde la exposición a sistemas simples en los cuales la causa está cerca en el tiempo y el espacio está próximo a los síntomas de los problemas. Sin embargo, en los sistemas dinámicos complejos las causas están a menudo muy lejos tanto en el tiempo como en el espacio de los síntomas, por lo que pueden inducir a errores, al presentar una causa aparente y conducir a hacerle frente a síntomas en lugar de causas.

- **Puntos de influencia:** refiere que los sistemas sociales tienen puntos de influencia sensibles a través de los cuales pueden cambiar su conducta, por lo que es relevante identificarlos correctamente.
- **Conflicto en las consecuencias de los cambios de políticas:** hace alusión a que los sistemas sociales presentan un conflicto entre las consecuencias de un cambio de política en el corto y largo plazo, pues una política que produce una mejoría rápida generalmente degrada un sistema en el largo plazo, y del mismo modo, las políticas que producen una mejora paulatina pueden deprimir inicialmente el comportamiento de un sistema.

En este sentido, aproximarse al estudio de los sectores estratégicos desde una aproximación sistémica consistiría en asumir una perspectiva holística y transdisciplinaria que permita entenderlo como un sistema dinámico de interrelaciones complejas en el que están inmersas organizaciones. Es con esa referencia que las organizaciones buscan tomar decisiones estratégicas para mejorar continuamente su desempeño y mantenerse en el tiempo.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar una aproximación teórica que aporte a la construcción de una metodología en el desarrollo del Estudio Sistémico de Sectores Estratégicos (ESSE).

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar las deficiencias del AESE de cara al estudio de los sectores estratégicos desde el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas).
- Realizar la revisión de literatura alrededor del tema de la dinámica de sistemas.
- Determinar los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos que contribuyen a la construcción de una metodología para el ESSE.
- Identificar los beneficios del desarrollo del estudio de sectores estratégicos desde el pensamiento sistémico.

## 4 MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación buscó la determinación de los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) que podrían contribuir a la construcción de una metodología para el ESSE, a fin de alcanzar la comprensión de los sectores estratégicos como sistemas con el fin de mejorar su intervención. Lo anterior se alinea con lo propuesto por Morin (1977) para quien, simultáneamente, el todo es más y menos que la sumatoria de las partes (principio dialógico). En ese marco, las propiedades individuales de los elementos del sistema se pierden pues la interacción de ellos da lugar a nuevas propiedades que son inherentes al sistema como un todo.

Por otro lado, el posicionamiento epistemológico de la presente investigación, desde la perspectiva de Thiétart (2001), corresponde al paradigma constructivista por cuanto la realidad construida puede ser estudiada solo holísticamente y es dependiente del investigador. Además, busca proponer la aproximación a un marco teórico que permita el entendimiento de los elementos y las relaciones que conforman el sistema para construir una realidad (modelo), desde un pensamiento (sistémico) diferente al tradicional (analítico).

De acuerdo con Thiétart (2001), el tipo de investigación empleado es exploratorio con un modo de razonamiento inductivo, por cuanto pretende dar proposiciones generales mediante la creación de enlaces entre conceptos, a fin de contribuir a la formulación del marco teórico que se propone. A su vez, el enfoque de aproximación es cualitativo, dada la naturaleza de los datos manejados (que son textuales, no numéricos) y considerando el objetivo de la investigación, según el cual se pretende realizar una exploración teórica –método teórico- (que reviste

un carácter flexible) y, a partir de ella, construir una aproximación a un marco teórico para la construcción de una metodología en el desarrollo del ESSE.

La unidad de análisis o bibliografía se obtiene como resultado de la búsqueda de literatura, empleando como criterio para su selección que contenga los conceptos, los modelos, las teorías o los estudios de investigación realizados sobre el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) o sus aplicaciones en los sectores estratégicos y en las organizaciones en temas concernientes a la estrategia. La bibliografía consultada en la investigación según su tipología consta de libros de texto, *reviews*, *journals* especializados, publicaciones de asociaciones especializadas, otras publicaciones y tesis de maestría. Las Tablas del 1 al 6 describen la bibliografía consultada por autor y año.

**Tabla 1 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: libros de texto<sup>1</sup>**

<b>Título del libro de texto</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
"Urban Dynamics"	Forrester	1969
"Introducción a la dinámica de sistemas"	Aracil	1978
"Teoría general de los sistemas"	Bertalanffy	1986
"The Balanced Scorecard"	Kaplan & Norton	1992
"Modeling for learning organizations"	Morecroft y Sterman	1994
"La quinta disciplina en la práctica"	Senge	1995
"La quinta disciplina"	Senge	1998
"Ser competitivo"	Porter	1999
"La caja de herramientas de la prospectiva estratégica"	Godet	2000
"Business Dynamics"	Sterman	2000
"Estrategia competitiva"	Porter	2004

<sup>1</sup> Para ampliar los datos bibliográficos de los textos de la Tabla 1, obsérvese el apartado de referencias.

<b>Título del libro de texto</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
“Interpretando a Porter”	Restrepo	2004
“Análisis estructural de sectores estratégicos”	Restrepo & Rivera	2008

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: *reviews***<sup>2</sup>

<b>Review</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<i>System Dynamics Review</i>	“System dynamics, systems thinking, and soft OR”	Forrester	1994
	“System dynamics for business strategy: a phased approach”	Lyneis	1999
	“Dynamic simulation for strategic insurance management”	Barlas, Korkut & Duman	2000
	“Combining system dynamics and conjoint analysis for strategic decision making with an automotive high-tech SME”	Schmidt y Shayne	2002
	“Application of system dynamics to corporate strategy”	Weil	2007
	“System dynamics and strategy”	Gary, Kunc, Morecroft & Rockard	2008
	“A system dynamics-based simulation experiment for testing mental model and performance effects of using the balanced scorecard”	Capelo & Ferreira	2009
<i>Business Strategy</i>	“Dynamics of strategy”	Warren	1999a
	“The dynamics of rivalry”	Warren	1999b

<sup>2</sup> Para ampliar los datos bibliográficos de los textos de la Tabla 2, obsérvese el apartado de referencias.

<b>Review</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<i>Review</i>	“Industrial dynamics”	Forrester	1958
<i>Technology Review</i>	“Counterintuitive behavior of social systems”	Forrester	1995a
<i>Harvard Business Review</i>	“The Core Competence of the Corporation”	Prahalad & Hamel	1990

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: *journals* especializados<sup>3</sup>**

<b>Journal especializado</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<i>Strategic Management Journal</i>	“The Structural and Environmental Correlates of Business Strategy”	Miller	1987
	“Organizational Form and Environment: An Analysis of Between-Form and Within-Form. Responses to Environmental Change”	Forte, Hoffman, Lamont & Brockmann	2000
<i>Business Process Management Journal</i>	“Business-process modelling and simulation for manufacturing management”	Barber, Dewhurst, Burns & Rogers	2003
	“Business process orientated holonic (PrOH) modeling”	Clegg	2006
<i>European Management Journal</i>	“Environmental Uncertainty and Strategic Behavior in Belgian Family Firms”	Van Gils Voordeckers & Van Den Heuvel	2004
<i>Journal of small business strategy</i>	“Environmental Turbulence and scanning behavior: The moderating effects of organizational maturity”	Liao, Welsch & Stoica	2008

<sup>3</sup> Para ampliar los datos bibliográficos de los textos de la Tabla 3, obsérvese el apartado de referencias.

<b>Journal especializado</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<i>Journal of Business &amp; Economics Research</i>	“External Environmental Analysis For Small And Medium Enterprises (SMEs)”	Banham	2010

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: publicaciones de asociaciones especializadas<sup>4</sup>**

<b>Publicación de asociación especializada</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<i>System Dynamics Society</i>	“Strategy and systems thinking through dynamic storytelling”	Rufat-Latre	1994
	“Workshop on dynamics of social and economical systems”	MIT, S. D.	1998
	“Ser directo puede traerte problemas, pero ser indirecto también: las realimentaciones en dinámica de sistemas cualitativa y cuantitativa”	Mejía, Díaz, Díaz & Olaya	2007
	“A system dynamics model for studying the structure of network marketing organizations”	Cruz & Olaya	2008
	“Tackling the mess: causal-loop conceptualization of solid waste management systems through cross-impact analysis”	Torres & Olaya	2010

<sup>4</sup> Para ampliar los datos bibliográficos de los textos de la Tabla 4, obsérvese el apartado de referencias.

<b>Publicación de asociación especializada</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
	“Models that include cows: the significance of operational thinking”	Olaya	2012
	“The Scientist Personality of System Dynamics”	Olaya	2014

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 5 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: otras publicaciones<sup>5</sup>**

<b>Publicación</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
<i>Diánoia</i>	“El método científico de análisis y síntesis”	Hartman	1969
Conferencia	“Conferencia Internacional sobre Dinámica Mundial”	Forrester	1970
Dialnet	“Dinámica de sistemas, análisis estructural y dirección estratégica de la empresa”	Olmo & Pérez	1992
Publicaciones de ingeniería de sistemas	“Dinámica de sistemas”	Aracil	1995
<i>The Mckinsey Quarterly</i>	“The beginning of system dynamics”	Forrester	1995b
Conferencia	“Diseñando el futuro”	Forrester	1998
<i>Ingeniería y Competitividad</i>	“Mejorando la reutilización de modelos de simulación de dinámica de sistemas”	Sotaquirá & Ariza	2005
<i>Management Research News</i>	“System dynamics approach for change management in new product	Rodrigues, Dharmaraj &	2006

<sup>5</sup> Para ampliar los datos bibliográficos de los textos de la Tabla 5, obsérvese el apartado de referencias.

<b>Publicación</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
	development”	Shrinivasa	
<i>Universidad y Empresa</i>	“Análisis Estructural de Sectores Estratégicos”	Restrepo	2006
<i>Administração de Empresas</i>	“Cenários prospectivos na dinâmica de sistemas: proposta de um modelo para o sector calçadista”	Dias & Souza	2008
<i>Institute of Management Discussion Paper</i>	Model-Based Management (MBM):A Research Agenda	Schwaninger	2009
<i>Construction Innovation</i>	“Understanding construction competitiveness: the contribution of system dynamics”	Dangerfield, Green & Austin	2010
<i>Routledge Research in Strategic Management</i>	“Revisiting Porter´s generic strategies for competitive environments using system dynamics”	Kunc	2010
<i>Avances en sistemas e informática</i>	“Análisis estructural: un apoyo para el modelado con dinámica de sistemas”	Quintero & López	2010
<i>Emergence: Complexity &amp; Organization</i>	“Application of systemic and complexity thinking in organizational development”	Stevenson	2012
Programa Líderes x Bogotá	“Ingeniería de sistemas sociales y la ciudad como sistema”	Olaya	2013
S&T	“Dinámica de sistemas aplicado en el análisis de cadenas productivas agroindustriales en el departamento de Bolívar”	Amézquita & Chamorro	2013

<b>Publicación</b>	<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
S&T	“Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integral”	Baena & Olaya	2013
<i>Mathematical and Computer Modelling</i>	“Some results from a system dynamics model of construction sector competitiveness”	Gilkinson & Dangerfield	2013
<i>Futures Research Methodology</i>	“Structural Analysis with the MICMAC Method & Actor’s Strategy with MACTOR Method”	Sirius, Godet, Meunier & Roubelat	2003
<i>Futures Research Methodology</i>	“Análisis estructural con el método MICMAC, y estrategia de los actores con el método MACTOR”	Sirius, Godet, Meunier & Roubelat	2004
<i>El Cercle des Entrepreneurs du Futur, Cuaderno del Lipsor</i>	“La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios”	Godet & Durance	2009

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6 Bibliografía consultada en la investigación según su tipología: tesis de maestría<sup>6</sup>**

<b>Título</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Año</b>
“Modelo de Competencia de un duopolio aplicando dinámica de sistemas”	López & Méndez	2011

Fuente: elaboración propia.

A partir de la revisión de la bibliografía seleccionada se elaboraron resúmenes especializados y se identificaron los planteamientos iniciales de los autores, el desarrollo de los temas y las conclusiones o ideas fuerza que se relacionan con el

<sup>6</sup> Para ampliar los datos bibliográficos de los textos de la Tabla 6, obsérvese el apartado de referencias.

tema objeto de estudio. Para la recolección de la información se utilizaron los siguientes instrumentos: búsqueda de literatura en bases de datos especializadas, buscadores de revistas, catálogos, repositorios y bibliotecas digitales. Para analizar la información se enumeró sistemáticamente la producción documental en relación con el objeto de estudio, siguiendo parámetros tales como la clase de documentos estudiados, los aspectos cronológicos, las temáticas, las metodologías, los hallazgos, las categorías tratadas, los problemas de estudio u otros a los que hubiere lugar. Una vez hecha la clasificación se plantearon relaciones conceptuales, teóricas y metodológicas que sirvieran de fundamento para construir la metodología del ESSE y para dar despliegue a los objetivos planteados.

## 5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se describen los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) que se consideran relevantes para la construcción de la metodología para el ESSE. Se expone la relación entre el AESE y el pensamiento analítico; el origen y la evolución del pensamiento sistémico; los principios, los elementos de dicho pensamiento (dinámica de sistemas) y su relación con la toma de decisiones estratégicas y los métodos usados para la construcción de modelos dinámicos de sistemas en trabajos de investigación, sus aplicaciones y resultados.

### 5.1 El AESE y el pensamiento analítico

Tal y como se evidenció en el numeral sobre la necesidad de investigación, el análisis constituye el enfoque desde el cual se desarrolla la metodología del AESE. En relación con el pensamiento analítico Hartman (1969) desarrolla las ideas de los exponentes principales de esta corriente destacando las ideas de Newton, Descartes, Leibniz y Kant.

En su reflexión, este autor inicia con las ideas de Newton (1642-1727) para quien, según el autor, el análisis es un método universal que consiste en “*hacer experimentos y observaciones sacando de ellos conclusiones generales por medio de la inducción*” (p. 1). Según esto, a través del análisis puede pasarse “*de los compuestos a los ingredientes y de los movimientos a las fuerzas que los producen y, en general, de los efectos a sus causas, así como de las causas particulares a las más generales, hasta que el argumento termina en lo más general*” (p. 1). Por otro lado, mediante la síntesis se asumen las causas

descubiertas como principios; por medio de ellas se explican los fenómenos resultantes y se prueban dichas explicaciones. Así, el análisis y la síntesis significan, para este pensador, inducción y deducción.

Posteriormente, el autor refiere que el método del análisis y síntesis lo desarrollan Descartes, Leibniz y Kant, quienes lo consideran como el método para crear ciencia. Menciona que Descartes (1596-1650) es quien desarrolla el método analítico (cartesiano), compuesto por cuatro procedimientos: el primero es el análisis dialéctico, que se trata de la división de un concepto en los otros que lo definen y así sucesivamente; el segundo es el análisis filosófico que va de lo compuesto a lo simple, por medio de una división limitada, cuyo fin es el descubrimiento del término absoluto que sirve como punto de partida para la síntesis; el tercero es la síntesis que *“es el reverso del análisis, pues va de lo simple a lo compuesto, de lo conocido a lo más conocido, de las cualidades primarias a las cualidades primarias más complejas”* (p. 6); finalmente el cuarto es el análisis sintético que *“se trata de la deducción geométrica y sistemática en general”* (p. 6), es decir, la síntesis con aplicación matemática. Así, para este exponente el método de síntesis es, en su mayor parte, un medio para explicar y demostrar lo que ya se conoce.

El autor también sostiene que Leibniz (1679) fue quien definió el análisis y la síntesis con mayor exactitud, en tanto argumenta que desde su conceptualización *“el análisis sirve para encontrar las estructuras simples que son el núcleo de la realidad, y la síntesis es la elección de sus caracteres o simbolizaciones representativas, lo mismo que las operaciones hechas con ellas”* (p. 13). Para Leibniz *“el análisis es solo un medio para llegar a la síntesis”* (p. 13), esto es, *“lleva hasta los principios de los que parte la síntesis”* (p. 13), mientras que esta última es considerada como el final del método y tiene asociado un valor permanente.

Hartman explica que en tanto Descartes hace hincapié en el análisis, Leibniz lo hace en la síntesis. Este último autor combina la representación (función de símbolos) con el análisis y la síntesis en la noción de razonar: *“formular una estructura de símbolos de forma tal que pueda ser verificada como representación de la estructura de la realidad”* (p. 13). Además, resalta como Kant (1721-1804), al igual que Leibniz, destaca la síntesis sobre el análisis, quien hace distinción entre análisis (*definición analítica* entendida como la *“enumeración de las notas de un concepto”* (p. 19)) y síntesis (*definición sintética* que consiste en la construcción).

El mencionado autor considera que el método del análisis y la síntesis sigue vigente para su época y, en efecto, su vigencia ha prevalecido a lo largo de todos estos años pues el AESE se despliega a partir de este enfoque, logrando consolidarse como propuesta entre los años 2006 y 2008. Sin embargo, para la época en que Hartman hace estas reflexiones (años sesenta y anteriores) ya hay quienes, como Forrester (1958), exploran otra forma de pensamiento en virtud de las limitaciones que identificaron en el pensamiento analítico. Se suman a estos planteamientos Bertalanffy (1986), Senge (1998), Morecroft & Sterman (1994), Lyneis (1999), Olaya (2013), entre otros.

Dichas limitaciones se reducen, según Bertalanffy (1986), al hecho de que una entidad (la unidad investigada) solo puede ser resuelta en partes unidas y, a partir de ellas, constituida o reconstituida en sus sentidos material o conceptual, siempre y cuando se cumplan dos condiciones: a) que no existan interacciones entre partes, o que sean tan débiles que puedan dejarse a un lado en ciertas investigaciones; b) que las relaciones que describan el comportamiento de las partes sean lineales.

A lo anterior se suma el problema que presenta la inducción y que sería referido por Olaya (2012) de la siguiente forma: el proceso de generalización en el espacio y el tiempo al que tienden los seres humanos (utilizando los datos como una

fuentes de conocimiento con el fin de establecer declaraciones generales llamadas *teorías, hipótesis, predicciones o leyes*) desconoce el cambio inherente a los sistemas sociales el cual es siempre impulsado por los tomadores de decisiones, que a su vez son diferentes entre sí y cambiantes a través del tiempo.

Según las ideas desarrolladas en la revisión previa, se puede decir que la metodología del AESE corresponde al pensamiento analítico. En consecuencia el AESE no contempla las interacciones entre las partes de los sistemas analizados ni trae a consideración la no linealidad de las relaciones que describen el comportamiento de las entidades que llama *sectores* estratégicos y es por esto que la visión construida sobre el sistema termina siendo limitada.

## **5.2 El pensamiento sistémico**

Teniendo en consideración que la visión que se puede construir a partir del AESE se torna limitada, en tanto ignora la comprensión de las relaciones entre las partes de los sectores y su dinámica, se puede afirmar entonces que dicha visión se puede complementar desarrollando la metodología existente a partir del enfoque de sistemas. Según este enfoque los sectores estratégicos obedecerían a las características de los sistemas (constituidos de partes en interacción resultantes de la dinámica generada por los tomadores de decisiones en un mundo no uniforme (Olaya, 2012)).

Es por ello que en este apartado se describen el origen y la evolución del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas), así como los principios y elementos de este que pudieran ser aplicables a la construcción de la metodología del ESSE.

### 5.2.1 Origen y evolución del pensamiento sistémico

Hacia el año 1958 Forrester se dedicó a estudiar el origen de las oscilaciones que presentaba la demanda de la Organización Sprague Electric. Los resultados de este estudio derivarían en la conceptualización de la dinámica industrial que avanzó hacia la comprensión del éxito en la empresa industrial en función de la interacción entre los flujos de la información, los materiales, el dinero, la mano de obra y los bienes de capital de manera que estos aspectos se constituyen en la base que anticipa los efectos de las decisiones, las políticas, las formas de organización y las opciones de inversión. En la opinión del autor, la empresa es un sistema que tiene ciertas características que son completamente independientes de las funciones o los departamentos individuales y es por ello que afirma que sin un conocimiento básico del flujo de la información los gerentes podrían desarrollar un juicio eficaz solo a través de costosos errores.

En resumen, la dinámica industrial apunta a la agrupación de cada una de las áreas de gestión, de modo que cualquier actividad económica o empresarial se reduce a flujos que se conectan a través de una red de información que otorga al sistema sus propias características dinámicas (Forrester, 1958). A partir de la realización de este estudio, la dinámica industrial comienza a aplicarse sistemáticamente a distintos casos prácticos y a múltiples tipos de sistemas, como la dinámica urbana y mundial. Al evidenciarse que la metodología es útil para abordar diversos problemas sociales su denominación fue cambiada a *dinámica de sistemas*.

Bertalanffy (1986) sería quien presentaría a la Teoría General de Sistemas como una disciplina formal que hace uso de la lógica matemática para aplicarla a ciencias empíricas y problemas en los que interactúa un número finito de elementos y procesos. El autor es considerado uno de los pioneros en la materia y

sus planteamientos (desarrollados desde 1968) fueron tomados como referentes incluso por el propio Forrester para el desarrollo de sus trabajos.

Posteriormente, Forrester (1994) declara que el término *pensamiento sistémico* no tiene una definición clara o uso y sostiene que para algunos significa lo mismo que la *dinámica de sistemas*; no obstante es claro que estos conceptos han llegado a significar más que pensar en sistemas, hablar de estos y reconocer que son importantes. Para el autor, el pensamiento sistémico puede proporcionar una útil introducción pública a la existencia y a la importancia de los sistemas, pero aclara que este no puede ser superficial pues un conocimiento de este tipo no sirve como base para la acción correctiva sobre los mismos.

Más adelante, Senge, Ross, Smith, Roberts & Kleiner (1995) calificarían el pensamiento sistémico como una disciplina constituida de relaciones entre causa y efecto que construyen la realidad desarrollando un modo de analizar y un lenguaje para describir y comprender las fuerzas e interrelaciones que modelan el comportamiento de los diferentes sistemas. Para los autores, este tipo de pensamiento implica identificar las interrelaciones y entender las organizaciones como sistemas vivos. De esta forma, la comprensión de la estructura y los factores que se influyen unos a otros permite ver que un cambio en una parte del sistema produce cambios en las otras partes, facilitando a los gerentes la toma de decisiones en la búsqueda de obtener los resultados deseados. Señalan que el pensamiento sistémico “*es una disciplina para ver las estructuras que subyacen a las situaciones complejas*” (Senge et al., 1995, p. 39). Ya en 1998 el mismo autor define al pensamiento sistémico como un marco conceptual, un cuerpo de conocimientos, principios, métodos y herramientas desarrollados desde los años cincuenta, orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común para dar claridad a los patrones totales con el fin de modificarlos. Para ese año, el MIT, S. D. se refirió al pensamiento sistémico y a la dinámica de sistemas como metodologías dinámicas para el análisis y la

resolución de problemas en sistemas complejos tanto sociales como económicos. En particular, definió a la dinámica de sistemas como una disciplina que combina la teoría, los métodos y la filosofía necesarios para analizar el comportamiento de sistemas complejos.

Con base en la revisión anterior se puede establecer que dentro de los exponentes más representativos que han trabajado el pensamiento sistémico se encuentran Forrester (1958), Bertalanffy (1986) y Senge et. al (1995), entre otros. En suma, se determina que el estudio del pensamiento sistémico inicia en los años cincuenta con la dinámica industrial la cual más tarde terminó denominándose dinámica de sistemas. En los sesenta se postula la Teoría General de los Sistemas que complementaría este enfoque y desde los años noventa se empezaría a hablar de lo que hoy se conoce como *pensamiento sistémico*. De este último se puede decir lo siguiente:

- Es frecuentemente usado indistintamente con la *dinámica de sistemas*.
- Se define como disciplina, marco conceptual, cuerpo de conocimientos y principios, métodos, herramientas y metodologías dinámicas.
- Se constituye de relaciones entre causa y efecto que construyen la realidad, modelan el comportamiento de los diferentes sistemas y forman parte de un proceso común.
- Permite dar claridad a los patrones totales con el fin de modificarlos, así como analizar y resolver problemas tanto en sistemas sociales como en sistemas económicos complejos.
- Facilita desarrollar un modo de analizar y un lenguaje para describir y comprender.

## **5.2.2 Principios y elementos del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas)**

Luego de la revisión realizada se hace necesario establecer aquellos principios y elementos que constituyen el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas). A continuación se desarrollan cada uno de ellos:

### **5.2.2.1 Concepto de Sistema**

Aracil (1978) identifica que existe un interés marcado en estudios que muestran la evolución de los datos observados a lo largo del tiempo y que puedan soportar la toma de decisiones. En ese contexto este autor desarrolla los conceptos de sistema y sistema dinámico, el primero como *“un conjunto de partes operativamente interrelacionadas, es decir, en el que unas partes actúan sobre las otras, y del que interesa considerar fundamentalmente su comportamiento global”* (p. 39). Hace claridad en que *“el conjunto tiene propiedades de interés que no pueden considerarse la simple suma de las partes”* (p. 39). Refiere además que cuando en el estudio de un sistema hay interés en considerar su evolución en el tiempo, dado que las interacciones entre las partes determinan esta evolución, *“el modelo del comportamiento dinámico de un sistema se denomina sistema dinámico”* (p. 40).

Desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, el comportamiento dinámico de un sistema está determinado, según Aracil (1978), por su estructura o interacciones, siendo estas más relevantes que la naturaleza de cada uno de los elementos individuales que lo componen. Como se muestra en el anexo 1, un sistema dinámico puede interpretarse como una entidad aislada del medio por unos límites, lo que genera un comportamiento autónomo. El comportamiento de interés del sistema se genera en el interior de los límites, es decir, el exterior no define las características específicas de este. Aquí es importante notar que en la

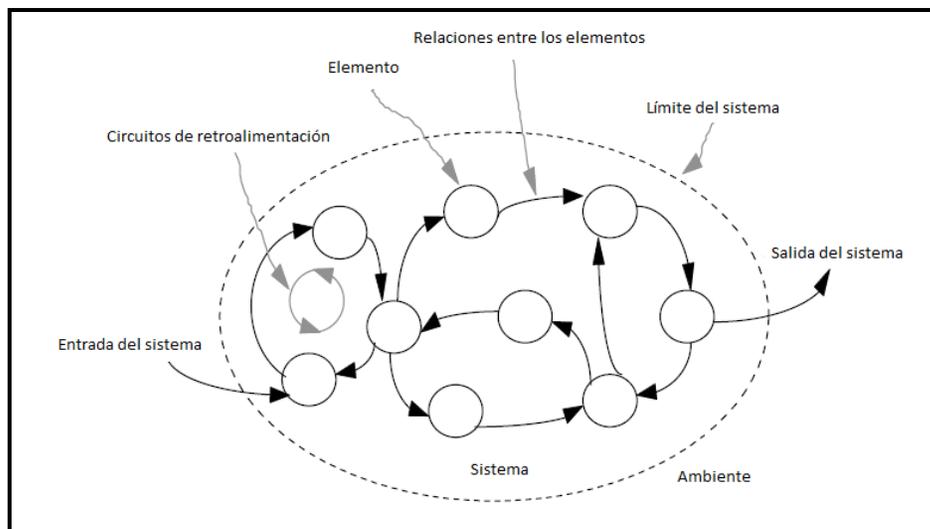
implementación de la metodología ESSE las organizaciones se entienden como parte del sistema y no como el sistema en sí mismo, por lo que el tamaño y los límites del sistema (sector estratégico) son determinados por quien realiza el estudio.

Por su parte, en su obra *Teoría General de los Sistemas*, Bertalanffy (1986) clasifica los sistemas en “*abiertos o cerrados*” caracterizándolos de la siguiente manera: los sistemas abiertos presentan cambio de materia con el medio circundante, y en la entropía (medida de desorden), de forma positiva o negativa, alcanzan un estado uniforme tendiendo a un estado final característico a partir de diferentes estados iniciales y por diferentes caminos; mientras que los sistemas cerrados se encuentran aislados del medio circundante, presentan un cambio positivo en la entropía, tienden al estado de distribución más probable (máximo desorden) y su estado inicial está determinado por las condiciones anteriores.

En una línea similar, Clegg (2006) sostiene que un sistema en estado estable o en equilibrio dinámico se compone de nombre, entradas, salidas, circuitos de retroalimentación, elementos, relaciones entre los elementos y un límite de sistema que lo define de su entorno. Estas propiedades fundamentales se pueden aplicar a cualquier sistema bien sea físico (un motor de combustión), social (un club) o a una combinación de ambos (un proceso de negocio) con la participación de personas y tecnología (ver Figura 1).

En resumen, se puede decir que un sistema es un conjunto de partes en interacción aisladas por unos límites que generan un comportamiento global autónomo.

**Figura 1 Propiedades fundamentales de un sistema**



Fuente: Clegg (2006).

### 5.2.2.2 Concepto de Modelo

Aracil (1978) define un modelo como una “*representación abstracta de un sistema real*” (p. 43) compuesto por definiciones, que permiten identificar los elementos que lo constituyen, y relaciones, que especifican las interacciones entre tales elementos. Otra característica de los modelos es que pueden ser transferibles entre campos, según explica Bertalanffy (1986).

Por su parte, para el MIT, S. D. (1998) un modelo es un ordenamiento de suposiciones sobre determinado sistema complejo. Es un intento de comprender algunos aspectos de una infinita variedad a través de la selección de una serie de observaciones generales, obtenidas por vista y experiencia pasada aplicadas al problema planteado. Asimismo describe la lógica de cómo se comporta un sistema, proceso o componente. En lugar de interactuar con el sistema real puede generarse un modelo que se corresponda con este.

En adición, Schwanniger (2009) proponen un programa de investigación sobre la importancia de los modelos para la gestión en las organizaciones bajo la denominación "*Model Based Management (MBM)*". El autor sostiene que existe una base científica, que respalda el tema y que se deduce de una ley fundamental de la cibernética denominada Teorema de Conant Ashby, la cual dice: "*Todo buen regulador de un sistema debe ser un modelo de ese sistema [traducción propia]*" (p. 6). Esto quiere decir que los resultados de cualquier proceso de gestión no pueden ser mejores que el modelo subyacente, excepto por oportunidad. Para el investigador esta ley tiene validez universal, pues sostiene que siempre administramos sobre la base de modelos. A la luz del Teorema de Conant Ashby, la búsqueda de modelos de alta calidad es una necesidad, ya que constituyen la base sobre la que se toman las decisiones. Por lo tanto, el primer criterio para la calidad de un modelo es la validez, que consiste en que "*represente lo que se supone o dice representar [traducción propia]*" (p. 6). Esto se aplica una vez que los componentes constitutivos del sistema real en estudio y las relaciones entre ellos están debidamente capturados; en el caso de modelos dinámicos, esto se mantiene si el comportamiento del modelo en el tiempo refleja el comportamiento del sistema.

Por otro lado, para Olaya (2012) un modelo de dinámica de sistemas es esencialmente un modelo de reglas y decisiones empleadas por los actores, de acuerdo con el modelador, en una situación específica.

Entonces, en síntesis un modelo es la representación abstracta de un sistema real que describe los elementos que lo constituyen y las relaciones que especifican sus interacciones, es decir, su comportamiento. Está basado en las suposiciones, visiones, experiencias, reglas y decisiones de quien lo construye. Dado que ellos guían la toma de decisiones en el ejercicio de la dirección de las organizaciones entonces estos deben cumplir con el criterio de validez.

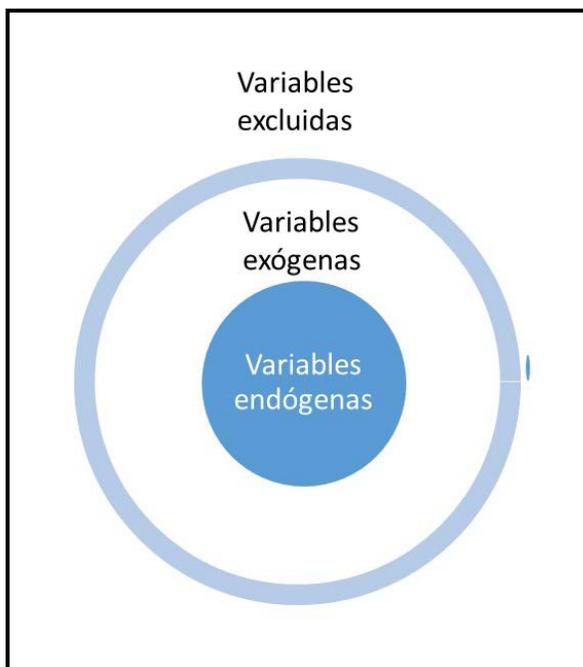
### 5.2.2.3 Construcción de un modelo

Aracil (1978) aclara que de un mismo sistema real pueden establecerse distintos modelos según el foco de interés, y sugiere para su construcción la siguiente metodología:

- ***Establecimiento de límites***

Elegir los elementos o las variables que se incluirán, los cuales pueden clasificarse en exógenos, si sus efectos sobre el sistema pueden ser modificados desde el exterior (representa el medio), o endógenos, si caracterizan elementos cuyo comportamiento está determinado por la estructura del sistema, según se explica en la Figura 2.

Figura 2 Clasificación de las variables que aparecen en un modelo

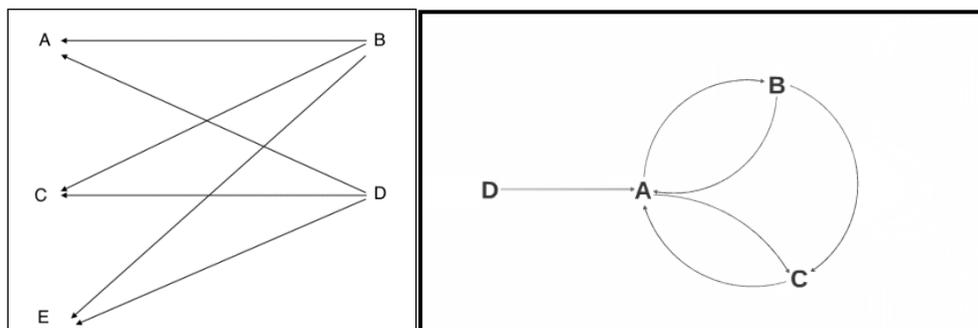


Fuente: Aracil (1978).

- **Elaboración de un diagrama causal o de influencias**

Para el autor el diagrama causal o de influencias es un bosquejo esquemático cualitativo de los elementos que están relacionados entre sí y permite conocer la estructura del sistema que está dada por la especificación de variables y por el establecimiento de la existencia o no de una relación entre cada par de variables. Para tal efecto indica que dicha relación se representa mediante una flecha cuyo sentido indica el de la relación causal, siendo positiva (+) si las variaciones de los dos elementos son del mismo sentido, o negativa (-) si un aumento en uno corresponde a una disminución del otro. Refiere el mencionado que la construcción del diagrama causal se fundamenta en el proceso de observación del sistema, las discusiones con especialistas y el análisis de datos del sistema; a su vez, lo considera el punto de partida para establecer el tipo de estructura causal del sistema: simple o complejo (aquel que establece cadenas cerradas de relaciones causales o bucles realimentados). La Figura 3 expone los tipos de estructuras causales.

**Figura 3 Ejemplos de estructuras causales simple y compleja**



Fuente: Aracil (1978)

A su vez, Aracil (1995) define al diagrama de influencias o causal como el grafo cuyos nodos son los elementos del sistema y cuyas aristas indican las influencias entre ellos. De igual manera sostiene que constituye una representación gráfica de la estructura del sistema.

Cuando el tipo de estructura representado es complejo la elaboración de un diagrama causal implica bosquejar cadenas cerradas de relaciones causales o bucles realimentados. En este sentido, resulta importante recordar que para Forrester (1958) los bucles de realimentación existen siempre que el entorno causa una decisión que a su vez afecta el medioambiente original de forma continua, por lo que nuevos resultados conducen a nuevas decisiones que mantienen el sistema en movimiento continuo.

Adicionalmente, Aracil (1978) describe dos clases de bucles realimentados:

- *Bucles de realimentación positiva*, en los que la variación de un elemento se propaga a lo largo del bucle, de manera que se refuerza la variación inicial. Según el autor, *“el comportamiento de estos está caracterizado por un autorreforzamiento de las variaciones, mientras que la realimentación positiva se da cuando el bucle contiene un número par de relaciones negativas”* (p. 46).
- *Bucles de realimentación negativa*, en los que la variación de un elemento se transmite a lo largo del bucle de manera que determine una variación de signo contrario en el mismo elemento. De acuerdo con el autor, su comportamiento está caracterizado por *“una acción autocorrectora, ya que cualquier variación que se produzca en uno de los elementos del bucle tiende a anularse y la realimentación negativa se da cuando el bucle contiene un número impar de relaciones negativas”* (p. 47).

El autor también puntualiza que en todo diagrama causal coexisten normalmente bucles de realimentación positiva con bucles de realimentación negativa, y que son precisamente las interacciones entre ambos tipos las que determinan el comportamiento global del sistema.

Entre tanto, Olmo y Pérez (1992) coinciden con Aracil en que “*la existencia de cadenas causales cerradas, es decir, bucles de retroalimentación determinan el modo de comportamiento del sistema*” (p. 28). Además, los autores sostienen en primera instancia que “*la realimentación supone que diferentes acciones pueden forzarse o contrarrestarse entre sí*” (p. 28); en segunda instancia que los bucles de realimentación negativa o equilibradores del comportamiento están siempre orientados hacia un objetivo, en tanto cualquier variación en una de las variables del bucle se atenúa a lo largo de este; y, en última instancia, que en todos los sistemas, entre las acciones y sus consecuencias, siempre están presentes los retrasos que son los que pueden ocasionar inestabilidad al sistema; es por ello que cuanto mayor sea el tiempo que tomen, mayor impacto ejercen sobre el mismo.

▪ **Identificación de variables de nivel, flujo y auxiliares**

Según Aracil (1978), en dinámica de sistemas el modelo se comporta como un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden y al construirlo debe tenerse en cuenta que las variables que lo conforman se clasifican de la siguiente manera:

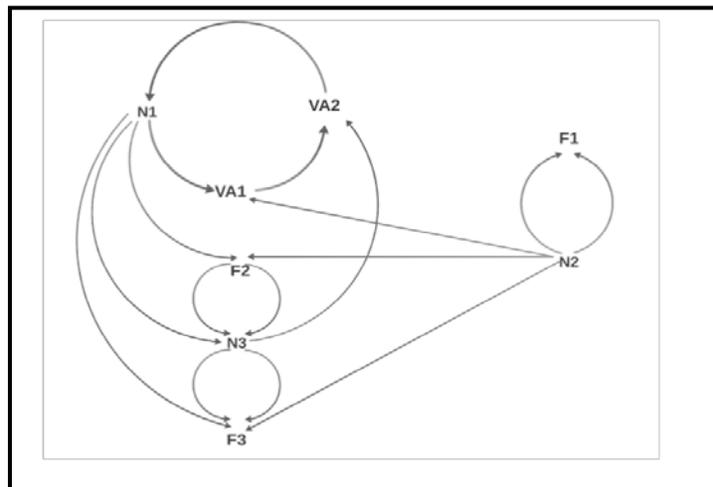
- *Variables de nivel.* Su “*evolución es significativa para el estudio del sistema*”, “*representan magnitudes que acumulan los resultados de acciones tomadas en el pasado*” (p. 54) (equivalen a las variables de estado de la teoría de sistemas) y su variación tiene lugar por medio de una variable de flujo. Los niveles acumulan flujos de materiales (sus canales se representan por un trazo continuo).
- *Variables de flujo.* “*Determinan las variaciones en los niveles del sistema*” (p. 56), caracterizando las acciones que allí se toman, las cuales quedan acumuladas en los correspondientes niveles. Estas variables no son medibles en sí, sino por los efectos que producen en los niveles con los que están relacionados. Se alimentan a partir de canales de información (representados por un trazo discontinuo).

- *Variables auxiliares.* “Representan pasos o etapas en que se descompone el cálculo de una variable de flujo a partir de los valores tomados por los niveles” (p. 59). Unen los canales de información entre variables de nivel y de flujo. Se pueden emplear para representar las no linealidades que aparecen en el sistema.

- **Establecimiento del diagrama de Forrester**

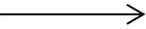
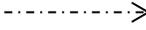
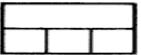
Aracil (1995) define el diagrama de Forrester como aquel que muestra las relaciones entre las variables de un sistema, una vez estas han sido clasificadas en variables de nivel, de flujo y auxiliares, constituyendo una reelaboración del diagrama de influencias o causal (Figura 8). También como diagrama de flujos y niveles, de flujos-niveles o diagrama dynamo; esta última denominación por su relación con el lenguaje informático DYNAMO. El diagrama de Forrester o diagrama dynamo correspondiente a la Figura 4, está conformado por variables que se representan por medio de los símbolos descritos en la Tabla 7. Dichos símbolos han sido inspirados por el símil hidrodinámico.

**Figura 4 Diagrama causal del símil hidrodinámico**



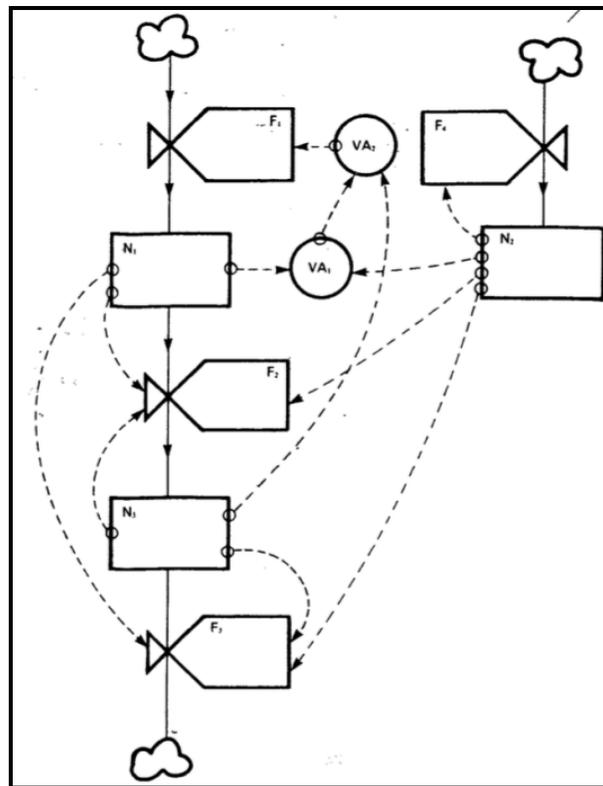
Fuente: Aracil (1978).

Tabla 7 Símbolos que aparecen en los diagramas de Forrester

Símbolo	Descripción
	<i>Nube.</i> Representa una fuente o un pozo; puede interpretarse como un nivel que no tiene interés y es prácticamente inagotable.
	<i>Nivel.</i> Representa una acumulación de un flujo: la variable de estado.
	<i>Flujo.</i> Variación de un nivel; representa un cambio en el estado del sistema
	<i>Canal de material.</i> Canal de transmisión de una magnitud física, que se conserva.
	<i>Canal de información.</i> Canal de transmisión de una cierta información, que no es necesario conservarse.
	<i>Variable auxiliar.</i> Una cantidad con un cierto significado físico en el mundo real y con un tiempo de respuesta instantáneo.
	<i>Constante.</i> Un elemento del modelo que no cambia de valor.
	<i>Retraso.</i> Un elemento que simula retrasos en la transmisión de información o de material.
	<i>Variable exógena.</i> Variable cuya evolución es independiente de las del resto del sistema. Representa una acción del medio sobre el sistema.

Fuente: Aracil (1978).

Figura 5 Diagrama de Forrester del símil hidrodinámico



Fuente: Aracil (1978).

En este punto, Aracil (1978) precisa que los procesos fundamentales que tienen lugar en un sistema pueden ser caracterizados por flujos y niveles o acumulaciones (por ejemplo, los flujos de producción se acumulan en *stocks*); y que aunque el flujo y la integración son inherentes a los sistemas, solamente puede observarse la integración entendida como acumulación. Por tal razón, esta última suministra las bases prácticas para la actuación sobre el sistema. Para el autor, el diagrama de Forrester es, en cierto sentido, un modelo matemático, puesto que cada uno de los bloques que intervienen allí lleva asociada una ecuación matemática que caracteriza la función realizada por dicho bloque.

En resumen, el proceso de modelamiento del comportamiento dinámico de un sistema, según Aracil (1978), consiste en el establecimiento secuencial y progresivo de:

- Los límites del sistema (variables endógenas y exógenas).
- Los bucles de realimentación como elementos básicos estructurales dentro de los límites.
- Las variables de nivel (estado) que representan las acumulaciones dentro de los bucles de realimentación.
- Las variables de flujo que representan la actividad dentro de los bucles de realimentación.

Dicho proceso de modelamiento es complementado por Morecroft & Sterman (1994), quienes aluden a tres fases en el proceso de construcción de un modelo: la conceptualización, la formalización, y la evaluación y explotación (simulación). Los autores le suman a la propuesta de Aracil (1978) las siguientes etapas:

- Identificación y definición del problema.
- Formulación de políticas empleadas habitualmente por la organización, a fin de comprobar cuáles son las causas del problema.
- Elaboración de un modelo matemático que refleje el funcionamiento real del sistema objeto de estudio.
- Generación del comportamiento del sistema estudiado a lo largo del tiempo, mediante la simulación.
- Comparación de los resultados obtenidos de la simulación vs. los datos disponibles del sistema real, para medir la efectividad del modelo.
- Realización de ajustes al modelo (si se considera necesario), con el fin de obtener uno que sea aceptable para la representación del sistema real.
- Replanteamiento de las políticas y relaciones de la organización, en función de introducir cambios en el sistema real que mejoren su comportamiento.

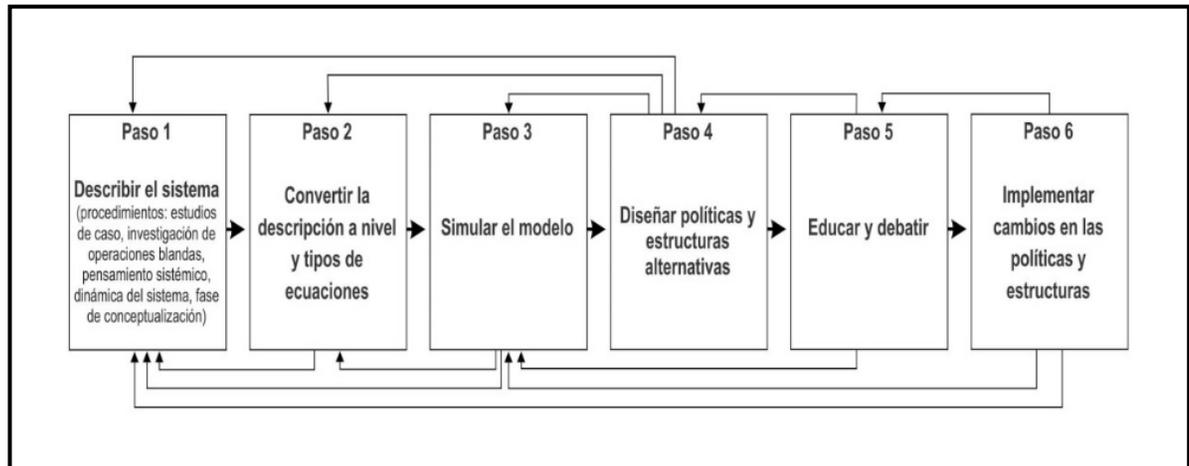
- Aplicación al sistema real de las políticas que muestran mejores resultados en la fase anterior.

También Forrester (1994) ilustra el proceso de la dinámica de sistemas descrito en la Figura 6, el cual incluye el modelamiento así:

- *Paso 1.* Dar inicio a la investigación motivada por el comportamiento no deseado del sistema, el cual ha de comprenderse y corregirse. Ello implica describir el sistema de referencia y generar una hipótesis (teoría) sobre cómo el sistema está creando el comportamiento perturbador.
- *Paso 2.* Formular un modelo de simulación. La descripción del sistema se traduce en las ecuaciones de tasas y nivel de un modelo de dinámica de sistemas.
- *Paso 3.* Simular el modelo, según criterios lógicos (definir todas las variables una sola vez, no considerar ecuaciones simultáneas y definir unidades de medida consistentes). Además, volver a la descripción del problema para el refinamiento de las ecuaciones.
- *Paso 4.* Identificar las políticas alternativas para la prueba. Las alternativas pueden provenir de intuiciones generadas durante las tres primeras etapas, a partir de la experiencia del analista, desde las propuestas presentadas por las personas en el sistema operativo o por una prueba automática exhaustiva de los cambios de parámetros.
- *Paso 5.* Consensuar la implementación. El modelo muestra cómo el sistema causa los problemas encontrados, casi siempre fruto de las políticas que las personas siguen creyendo que van a solucionarlos. A menudo, la implementación implica revertir las políticas y creencias emocionales muy arraigadas.
- *Paso 6.* Implementar y evaluar las nuevas políticas. Su aplicación puede llevar mucho tiempo. Las viejas políticas deben ser arrancadas de raíz, y las

nuevas requieren de la creación de nuevas fuentes de información y formación.

**Figura 6 Enfoques para la identificación de elementos relevantes de un sistema**

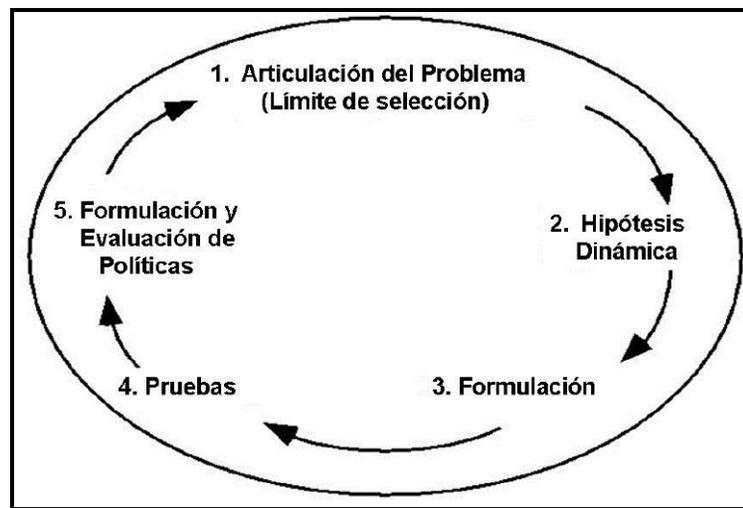


Fuente: Forrester (1994).

Posteriormente, Sterman (2000) retoma el tema de la modelación y la reduce a los siguientes pasos (Figura 7):

- Articulación del problema: definición del problema y determinación de las variables asociadas.
- Conceptualización o hipótesis dinámica: elaboración del diagrama causal.
- Formulación: transformación del modelo conceptual en un modelo de simulación con ayuda de un *software* computacional.
- Pruebas: ejercicios de sensibilidad tendientes a corregir los defectos del modelo.
- Formulación y evaluación de políticas: utilización del modelo para la toma de decisiones aplicadas a la realidad concreta y la evaluación de los resultados, con el fin de realizar los ajustes del modelo.

Figura 7 Diseño de un modelo dinámico



Fuente: Sterman (2000).

#### 5.2.2.4 Simulación de un modelo

Para Forrester (1958) la simulación en los negocios significa establecer en un ordenador digital las condiciones que describen las operaciones de un sistema, a partir de las cuales el ordenador genera gráficos resultantes de la información relativa a los temas de interés. El autor considera que mediante el uso de máquinas de computación para la simulación, los ejecutivos se pueden anticipar con claridad a diferentes escenarios ya que esta permite determinar el efecto de las políticas y los supuestos de mercado sobre el éxito de las empresas.

Por su parte Aracil (1978) hace énfasis en que la escritura de los modelos en la simulación debe ser fácilmente programable sobre un computador. Según él, a partir de dicha programación los computadores realizan cálculos implícitos en las ecuaciones que definen la evolución del sistema, y así pueden obtenerse resultados en forma de gráficos o listados.

A continuación, Forrester (1995a) precisa que la principal ventaja de un modelo de simulación de ordenador radica en que puede determinar con fiabilidad el futuro dinámico del sistema, al identificar las consecuencias de las interacciones supuestas. Para el autor, los modelos son simplificaciones de los sistemas reales, en el entendido que los modelos de computadora pueden ser mucho más amplios que los mentales. Así, el uso adecuado de los modelos de sistemas sociales computarizados puede conducir a mejores sistemas, leyes y programas. Argumenta también que los modelos mentales son imprecisos y cambian con el tiempo para el mismo individuo, además la mente humana no está adaptada para la comprensión correcta de las consecuencias implícitas en un modelo mental, mientras que un modelo de computadora está construido para reproducir los supuestos contenidos en los modelos mentales de las personas. Asimismo, en su obra *The beginning of system dynamics*, Forrester (1995b) hace mención del *software* STELLA (entre otros) como apoyo para la modelación y la simulación dinámica.

Por su parte, el MIT, S. D. (1998) hace énfasis en que el modelado por computador en la dinámica de sistemas orienta al aprendizaje, lo que permite la identificación de los puntos de apalancamiento del sistema en estudio. El grupo sostiene que el uso del computador para realizar simulaciones se ha hecho muy útil en el estudio de fenómenos sociales, ya que en ellos están implicados una gran cantidad de elementos e interrelaciones en los que la presencia de no linealidades es la que determina el comportamiento del sistema y dificulta una solución analítica.

Además, en virtud de que los efectos de las políticas y acciones ejercidas sobre los sistemas sociales se manifiestan en horizontes temporales diferentes y dilatados, el grupo en mención considera que se hace compleja la construcción de laboratorios de experimentación en los que puedan realizarse pruebas. Por consiguiente, concluye que son los modelos de simulación dinámica los que

permiten estudiar cómo las políticas, las decisiones, la estructura y los retrasos influyen en el crecimiento así como en la estabilidad de los sistemas.

Finalmente, este grupo refiere que el ámbito de aplicación de los modelos de simulación abarca el diseño de políticas corporativas y públicas, los modelos biológicos, los modelos médicos, el área de la energía, el medioambiente, el desarrollo de la teoría en ciencias naturales, la toma de decisiones y la dinámica no lineal compleja. También vislumbraba que los administradores utilizarían los simuladores como herramienta estratégica y de aprendizaje para enseñarle a otros temas específicos de sus negocios, lo cual les permitirá obtener un aprendizaje y una interiorización en sus negocios que de otra manera solo podrían conseguir luego de años de experiencia.

En adición a lo anterior, para Olaya (2012) el modelado es una práctica de ingeniería que permite conjeturar cómo y por qué el sistema produce su propio comportamiento y aquello que el sistema es capaz de producir a partir de diferentes circunstancias desconocidas. Formula la premisa de que los tomadores de decisiones pueden tomar diversas decisiones sobre el sistema de acuerdo con las condiciones locales y temporales, y señala que a partir de este proceso se puede generar nuevo conocimiento específico, temporal, contextual y pragmático.

Luego, Olaya (2013) complementa lo anterior señalando que los modelos de simulación permiten identificar aspectos críticos funcionales y relacionales y comprender por qué el sistema se comporta de la forma en que lo hace en función de su organización (estructura). Para el autor, tales aspectos son fundamentales en los procesos de aprendizaje organizacionales. Más recientemente, Olaya (2014) califica el proceso de modelado como una actividad creativa y una cuestión de ensayo y error. Señala que no hay un método ideal o normalizado para la construcción de modelos dinámicos, pues los métodos de modelación varían en concordancia con los propósitos de los tomadores de decisiones.

En suma, a partir de la revisión se puede establecer que la simulación de un modelo dinámico por computador consiste en describir las operaciones de un sistema en un lenguaje dado, surge como apoyo a la limitación de la mente humana en tanto que permite identificar las consecuencias de las interacciones y posibilita anticipar los efectos de las políticas en diferentes escenarios.

### **5.3 El pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) y la toma de decisiones estratégicas**

Teniendo en mente que en los procesos de formulación y revisión de la estrategia empresarial para la toma de decisiones se considera necesaria la comprensión de la dinámica del entorno organizacional, este apartado señala los argumentos por los que la dinámica de sistemas (pensamiento sistémico) es considerada por diferentes autores una herramienta sólida para la toma de decisiones estratégicas.

En resumen, tenemos que la dinámica de sistemas:

- Clarifica las diferentes consecuencias de posibles alternativas planteadas (Olmo & Pérez, 1992).
- Respecto a la simulación de modelos, anticipa situaciones imprevistas y pone en evidencia los efectos de los cambios sin riesgo (Barber, Dewhurst, Burns & Rogers, 2003).
- Posibilita el planteamiento de escenarios posibles de evolución de la situación competitiva de las organizaciones, y la medición del efecto de los cambios en las premisas iniciales para cada escenario (Restrepo & Rivera, 2008).
- Facilita la comprensión de la complejidad de la estructura de un sistema que reside en las relaciones que se presentan entre las variables que lo componen o describen (Quintero & López, 2010).

- Permite identificar el comportamiento y las consecuencias de las múltiples interacciones de los elementos del sistema a través del tiempo, al igual que observar el impacto de los cambios en el sistema de forma inmediata, para replantear acciones y, por ende, tomar mejores decisiones respecto a una situación real (Amézquita & Chamorro, 2013) citando a Sterman (2000) y a Morlan (2010).

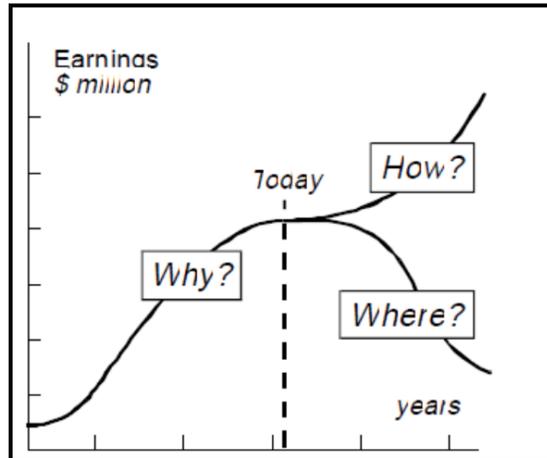
Es por ello que, en los últimos años, algunos autores han desarrollado estudios que articulan los conceptos de estrategia y toma de decisiones con la dinámica de sistemas (pensamiento sistémico). Tal es el caso de:

- Rufat-Latre (1994) quien diseñó un modelo en torno a la percepción del cliente acerca del mercado actual y deseado de la empresa que se conectaba con los conceptos de estrategia de Prahalad & Hamel (1990). El modelo fue ejecutado en el simulador MicroWorlds.
- Warren (1999a) que trabajó la dinámica de la rivalidad a través de tres formas introducidas por Porter: el desarrollo de los clientes potenciales, la captura de los rivales de los clientes y la competencia por las ventas a clientes compartidos. Esto con el fin de entender cómo evoluciona la rivalidad entre varios competidores y evaluar las oportunidades específicas, cronometradas y cuantificadas para la construcción de ventajas relativas.
- Warren (1999b) que estudió también la dinámica de la estrategia mostrando cómo abordar las siguientes preguntas: ¿por qué la empresa ha llegado al nivel de desempeño de hoy? y ¿qué, cuándo y en qué medida se hará? (Figura 8).

La autora sostiene que hay estructuras fundamentales dentro de cualquier situación de negocios que determinan la forma como el rendimiento evoluciona con el tiempo, las cuales pueden ser entendidas y capturadas por el análisis

formal y son susceptibles a la acción de gestión desde el enfoque conocido como Visión Dinámica del Sistema de Recursos (DRSV).

Figura 8 Las cuestiones fundamentales en las estrategias dinámicas



Fuente: Warren (1999a).

La aplicación de esta metodología en casos prácticos incluye los siguientes pasos:

- Especificar la trayectoria temporal del reto estratégico que ha de enfrentar la empresa, si corresponde a una oportunidad o a un problema que se enfrenta.
- Identificar y definir los recursos estratégicos que deben desarrollarse, defenderse y conectarse, si el reto es que se cumplan.
- Seleccionar de la lista los tres o cuatro recursos tangibles (como el núcleo del modelo de negocio) que deben ser construidos y sostenidos, evitando elementos abstractos, e incluir uno o dos recursos asociados con el suministro del servicio o producto y la determinación de la demanda.
- Para cada elemento especificar y medir las entradas y salidas. Si es posible, separar estos dos elementos y la recolección de la historia reciente para cada uno.

- Para cada recurso identificar cuál de los otros conduce o restringe sus ganancias o pérdidas, e identificar a otras dos o tres fuerzas claves que impulsan estos flujos; por ejemplo, opciones de política como el gasto en formación o publicidad, o elementos exógenos como la renta disponible o la demanda del producto final.
  - Combinar estas figuras en un mapa de recursos compuesto (Anexo 2).
  - Añadir los tiempos de gráficos en el mapa de recursos, buscando en particular la dependencia de cada elemento de los que lo alimentan (Anexo 3 y 4).
  - Identificar las palancas clave en el sistema; evaluar alternativas de secuencias coordinadas de decisiones a través del tiempo; prestar atención a las consecuencias no deseadas.
  - Cuestionar si la arquitectura estratégica que surge de este proceso es la mejor para hacerle frente a los problemas y las oportunidades que enfrentan.
- Weil (2007) quien desarrolló un modelo expresado en los conceptos del paradigma de la dinámica de sistemas y presentado por Porter en su búsqueda de una teoría dinámica de la estrategia. Según el primero, las decisiones gerenciales sucesivas son capturadas en un flujo continuo de decisiones con respecto a los niveles de personal, la asignación de recursos y los objetivos de investigación y desarrollo (I + D).
  - Gary, Kunc, Morecroft & Rockartd (2008) que mostraron en su investigación que el campo de la estrategia está cada vez más interesado en la comprensión de los procesos dinámicos que dan lugar a diferencias en los resultados de la empresa a través del tiempo y, en este contexto, evidencian que la heterogeneidad en la toma de decisiones gerenciales influye en estos procesos. Los autores refieren que los estudios experimentales exploran la toma de decisiones y el desempeño mediante la utilización de tareas en

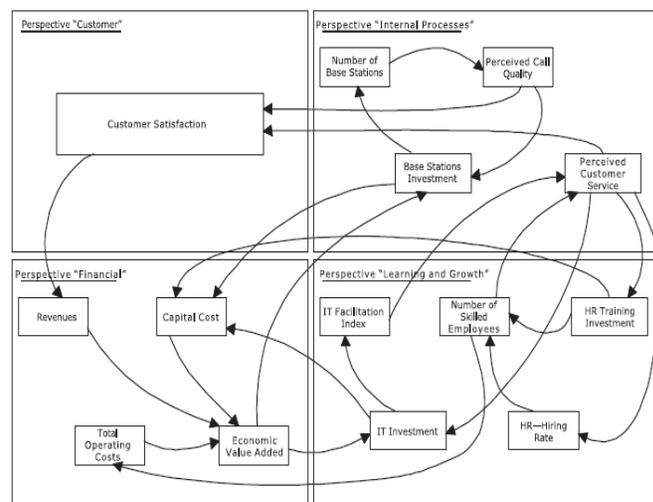
simuladores de gestión o MicroWorlds, los cuales abarcan un modelo de dinámica de sistemas en el cual se incorporan la retroalimentación, los retrasos y la no linealidad, buscando aproximarse a los entornos de toma de decisiones de los ejecutivos. Para ellos, los hallazgos sugieren que:

- El comportamiento macroorganizacional disfuncional (por ejemplo, el rendimiento pobre de la empresa) puede ser causado por errores de percepción sistemáticos de retroalimentación a nivel microindividual.
  - La precisión de los modelos mentales de los responsables de tomar decisiones determina los niveles de rendimiento de las organizaciones.
  - La disponibilidad de información indica una variación considerable en los criterios de decisión de los participantes para la gestión de la empresa simulada, lo cual da origen a modelos mentales más precisos que conducen a reglas de decisión más eficaces.
  - El contexto competitivo determina si una regla de decisión dada o estrategia daría lugar a un rendimiento superior o uno pobre. La eficacia de cualquier estrategia determinada depende de las estrategias adoptadas por los competidores en el mercado.
- 
- Capelo & Ferreira (2009) quienes desarrollaron un modelo teórico que explica la eficacia del Cuadro de Mando Integral (BSC), introducido por Kaplan & Norton (1992), por medio de la perspectiva de aprendizaje de la dinámica de sistemas y de la retroalimentación (ver Figura 9). Los autores realizaron una prueba basada en un experimento de simulación, utilizando un modelo de dinámica de sistemas, el cual incluyó tres tipos de parámetros: indicadores financieros, indicadores del cuadro de mando e indicadores del cuadro de mando con la ayuda de la revisión de un mapa estratégico.

Con base en esta prueba concluyeron que la revisión del mapa estratégico influye positivamente sobre la similitud de los modelos mentales, lo que a su vez tiene injerencia positiva sobre el desempeño. Para los autores, los mapas estratégicos combinados con los cuadros de mando proporcionan un enfoque integrado y holístico para la gestión empresarial y la medición del desempeño, a la vez que describen la percepción empresarial de la estructura del sistema de negocios; por su parte, la información de la medición del desempeño proporcionado por el BSC captura la naturaleza esencial del comportamiento del sistema.

El mapa estratégico es considerado entonces por los autores como una herramienta de pensamiento sistémico para modelar la estrategia por lo que, a partir de los resultados obtenidos, sugieren que la revisión de dicho mapa da a los participantes una ayuda cognitiva sobre la comprensión del sistema de negocio simulado. Plantean también que los participantes con experiencia en gestión se desenvuelven mejor en contextos mediados por efectos dinámicos, lo que resulta en un mejor desempeño.

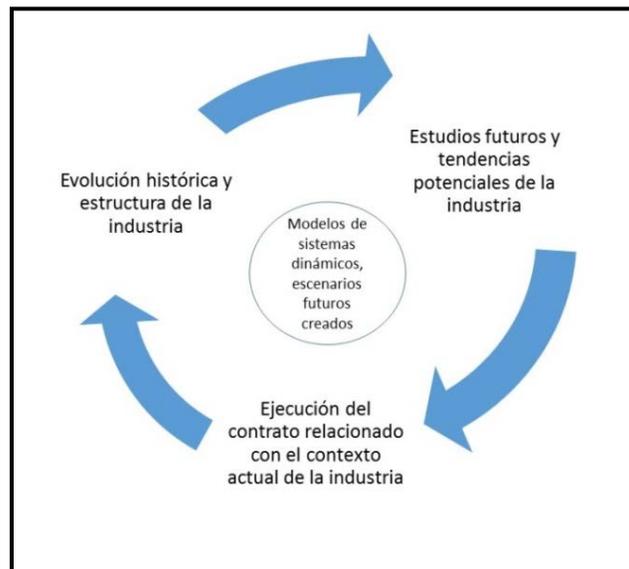
**Figura 9 Red representativa del sistema de negocio simulado**



Fuente: Capelo & Ferreira (2009).

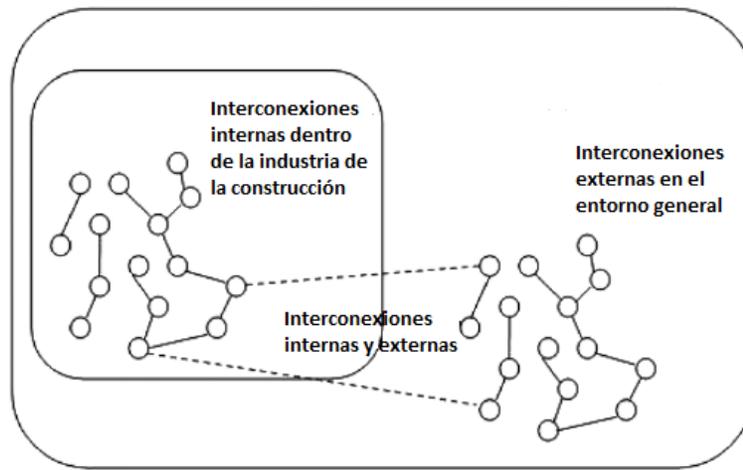
- Dangerfield, Green & Austin (2010) en su trabajo de investigación sobre el sector de construcción en Reino Unido, se remitieron al trabajo de Porter (2004) sobre estrategia competitiva y examinaron cómo ampliar las acciones competitivas para asegurar ventaja sobre sus rivales, al proporcionar técnicas analíticas para comprender el comportamiento competitivo de estos. Los autores identificaron las cinco fuerzas de la competitividad de Porter que comprenden activadores endógenos y exógenos: la rivalidad competitiva dentro de una industria, el poder de negociación de los proveedores, el poder de negociación de los clientes, la amenaza de nuevos participantes y la amenaza de productos sustitutos. El proceso general del proyecto es presentado en la Figura 10; para su desarrollo contemplaron las influencias de la competitividad de manera interconectada (Figura 11).

**Figura 10 Proceso general del proyecto para la comprensión de la competitividad en el sector de la construcción**



Fuente: Dangerfield *et al.*(2010).

Figura 11 Influencias de competitividad interconectadas (internas y externas)



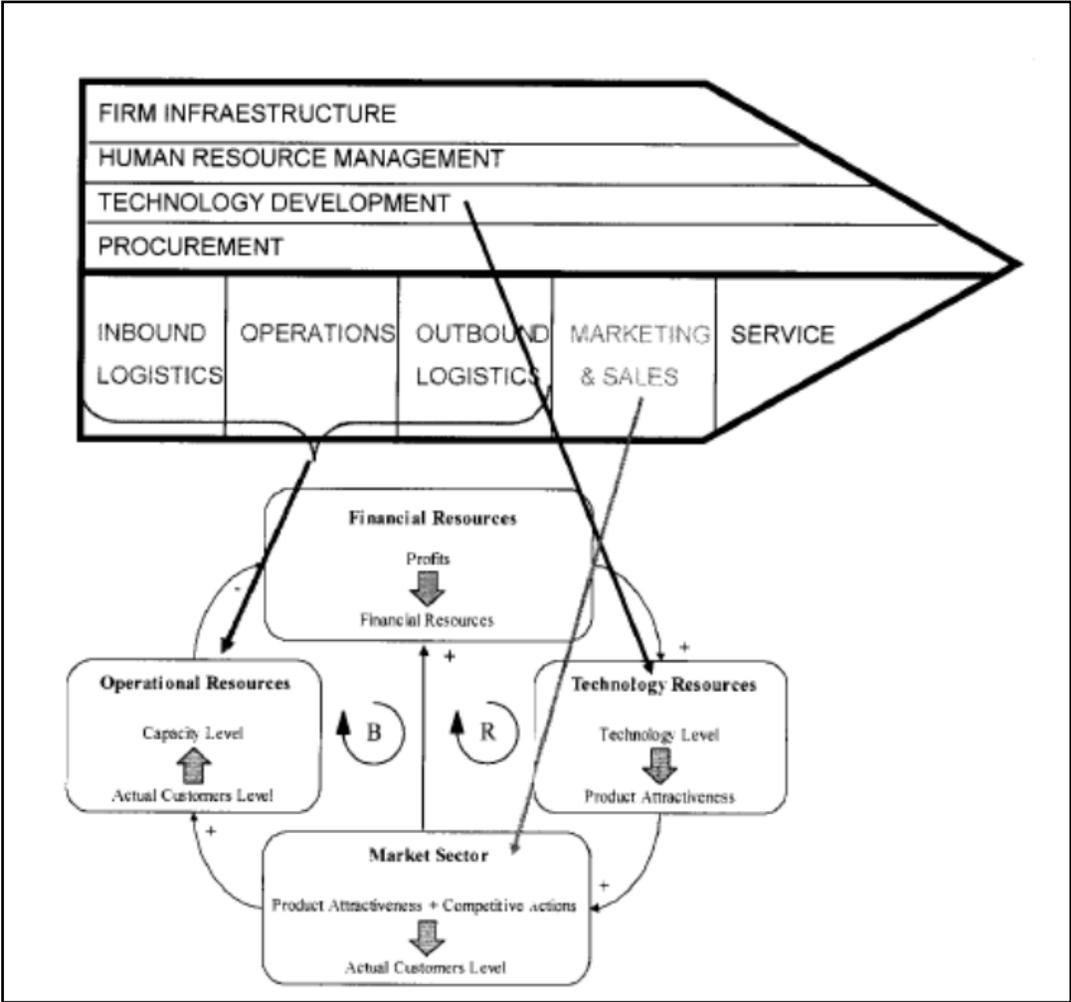
Fuente: Dangerfield *et al.* (2010).

- Kunc (2010) quien exploró los efectos de las políticas de negocio basados en las estrategias genéricas de Porter (2004) sobre el desempeño de la empresa en un entorno competitivo: costos bajos y percepción de exclusividad como ventajas competitivas sostenibles por lograr. El proceso de formalización del modelo siguió los siguientes pasos: en primer lugar, identificación de las construcciones y relaciones que sirvieron de base para el modelo formal a través de un análisis textual de los libros de Porter, para reconocer y codificar las declaraciones en categorías pertinentes para la simulación. En segundo lugar, relación de las variables entre sí, a través de redes de acumulaciones y flujos que representan el desempeño de los procesos organizativos mencionados en la cadena de valor. En tercer lugar, representación de las formulaciones que reflejan los procesos de toma de decisiones gerenciales. Y por último, introducción de las observaciones del mundo real al proceso de modelado, como el caso de los ejemplos descritos en los libros de Porter.

La Figura 12 representa una vista simplificada de la estructura de las firmas simuladas utilizando tanto la cadena de valor como los conceptos del mapa

sectorial. La gestión centra su atención en las fuentes de información relacionadas con el desempeño de la empresa, tales como beneficios o participación de mercado, para coordinar los sectores de la empresa. Hay cuatro sectores que representan los principales recursos de la empresa simulada: financieros, tecnológicos, operativos y de mercado.

Figura 12 Modelo de sectores y concepto de cadena de valor



Fuente: Kunc (2010).

En el modelo, el conjunto inicial de recursos no es similar entre los participantes de la industria ya que este consiste en un duopolio. Se realizaron

diferentes simulaciones para mostrar el impacto de las estrategias genéricas de Porter sobre los resultados empresariales y en la configuración de industrias diversas. Los escenarios fueron:

- *Escenario 1.* La industria en equilibrio que tiene en cuenta una distribución similar de los compradores sensibles al precio y la funcionalidad.
- *Escenario 2.* Industria con un líder en costes y un líder en diferenciación.
- *Escenario 3.* Industria con dos líderes de costes.
- *Escenario 4.* Industria con dos líderes de diferenciación.

Los resultados de la simulación muestran cómo los procesos de toma de decisiones gerenciales racionales pueden generar desempeño disfuncional, porque su proceso de establecimiento de objetivos y la receta competitiva no consideran la complejidad de las estructuras de retroalimentación.

- Stevenson (2012) quien, por su parte, a partir de su trabajo de investigación sobre la aplicación del pensamiento sistémico al desarrollo organizacional terminó recomendando, para el desarrollo del modelo dinámico y del análisis para la toma de decisiones estratégicas, que los líderes y directivos de las organizaciones dejen a un lado determinadas formas convencionales de ver el mundo (paradigmas mecanicistas y de pensamiento lineal) en pos de facilitar la generación del aprendizaje. Recomienda también que este sea replicado entre los miembros de la organización.

En efecto todas estas investigaciones, realizadas por diversos autores durante los últimas dos décadas y en las que han articulado los conceptos de estrategia y toma de decisiones con el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas), demuestran que este último se constituye en una herramienta sólida para mejorar la toma de decisiones estratégicas pues le permite a las organizaciones comprender la dinámica de su entorno y la identificación de las consecuencias de

las múltiples interacciones de los elementos del sistema a través del tiempo, a fin de definir políticas respecto a situaciones reales. En ese mismo sentido, la metodología ESSE se constituiría en una herramienta dirigida a articular también los conceptos de estrategia y toma de decisiones con el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas), específicamente en el contexto de los sectores estratégicos, con el fin de permitir a líderes empresariales construir una visión sectorial global y orientar la toma de decisiones estratégicas hacia la permanencia de las organizaciones en el tiempo y la mejora en el desempeño organizacional.

#### **5.4 Métodos usados para la construcción de modelos dinámicos en trabajos de investigación**

Habiendo determinado que la metodología del ESSE constituiría una herramienta útil para orientar la toma de decisiones estratégicas, este apartado permite identificar los elementos teóricos, conceptuales y metodológicos que pueden ser relevantes para la construcción de la metodología en mención (modelo dinámico) en el marco del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas). Esto se hace a partir de los métodos usados para la modelación de sistemas en diferentes campos de investigación de la manera que se muestra a continuación.

##### **5.4.1 Método Morecroft refinado**

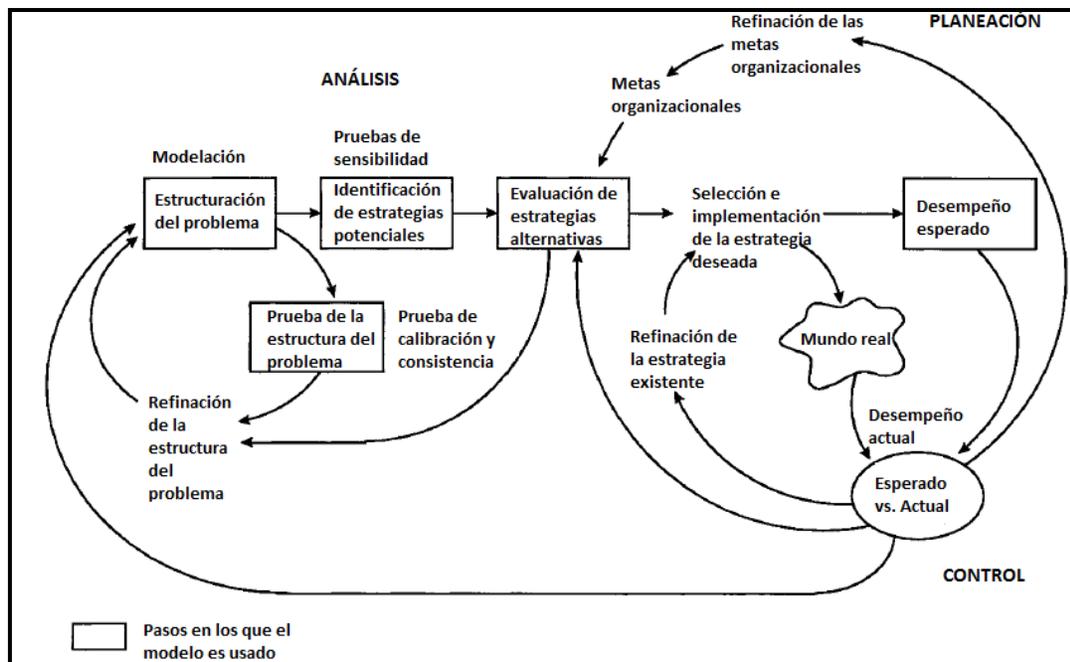
Este método lo aplica Lyneis (1999) en su investigación sobre la industria de aviación y consta de las cuatro fases señaladas a continuación:

- *Análisis de la estructura de negocios*, que comprende: a) la definición del problema en términos dinámicos, los objetivos del negocio y las dificultades que pueden surgir en la implementación de la solución; b) un modelo conceptual que expone cómo encajan las piezas; c) ideas posibles para la solución del problema; d) problemas, incertidumbres o ideas clave; y e)

datos numéricos y otra información necesaria para soportar las siguientes fases.

- *Desarrollo de un modelo pequeño*, el cual recrea el patrón observado del comportamiento o las hipótesis del comportamiento futuro, el análisis y la comprensión de las causas que dan lugar a dicho comportamiento, ideas de áreas de apalancamiento que podrían mejorar en el futuro y detalles adicionales que podrían mejorar la estrategia recomendada o que hagan los resultados más fácilmente aplicables o aceptados por otros.
- *Desarrollo de un modelo detallado o calibrado*, en relación con los aspectos del negocio, con una base de datos de información estratégica con coherencia interna, con una explicación rigurosa y valoración de las causas del desempeño del problema, con un análisis de temas estratégicos o tácticos, con recomendaciones específicas para actuar, con expectativas sobre la evolución del negocio desde la nueva estrategia y con el escenario más probable.
- *Implementación de la estrategia y aprendizaje organizacional*. La Figura 13 muestra la vista de la planeación estratégica, que se divide en tres componentes: a) análisis, desencadenado por una significativa desviación entre el desempeño actual vs. el desempeño esperado; b) planeación, que envuelve evaluación, selección e implementación de estrategias; y c) control o monitoreo sistemático del desempeño y la retroalimentación efectiva del éxito, los problemas, las oportunidades, las experiencias y las lecciones aprendidas a los otros componentes del proceso de planeación estratégica.

Figura 13 Proceso de planeación estratégica en la aplicación del Método Morecroft refinado



Fuente: Weil & Lyneis (1980) citados en Lyneis (1999).

#### 5.4.2 Enfoque holónico

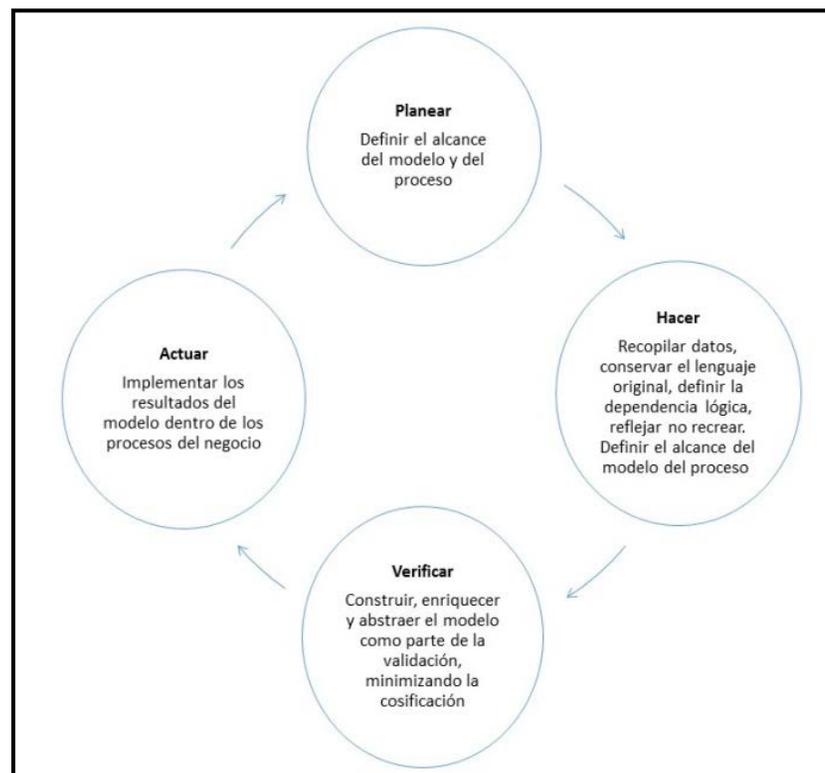
También conocido como *process-orientated holonic modeling methodology* (PrOH), es utilizado por Clegg (2006) para “construir modelos de procesos que pueden anidarse dentro de una jerarquía, sin adoptar principios reduccionistas, estimulando el pensamiento creativo y dando claridad sobre la definición del proceso” (p. 418). Este autor sostiene que este enfoque ha sido construido sobre los sistemas generales de pensamiento planteados por Beer en 1985 y adapta el constructo de *holón* de Koestler de 1967 y las *definiciones raíz* utilizadas en SSM de Checkland y Scholes de 1996.

La metodología utiliza la abstracción y el enriquecimiento para la construcción de una jerarquía de modelos de procesos de negocio, en lugar de utilizar la agregación o reducción mediante el uso del holón como un bloque de

construcción. *Holón* se define como “un sistema de actividad humana (por ejemplo, un proceso de negocio) que contiene todos los principios de pensamiento sistémicos fundamentales, hace parte de un sistema más grande, y puede autocontener otros sistemas” (IMS-HMS, 1994, citados en Clegg, 2006, p. 418).

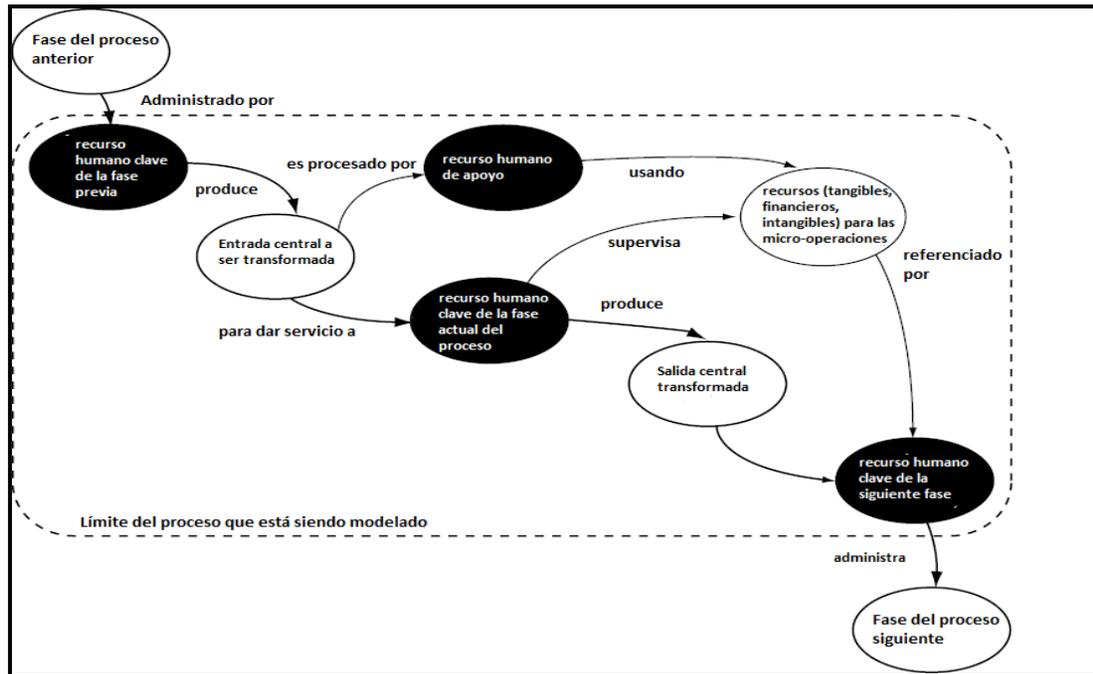
La metodología *PrOH modeling* incorpora los sistemas de pensamiento creativos y la lógica del análisis de procesos de entrada-transformación-salida, con base en el ciclo de Deming (Figura 145. Los modeladores de *PrOH modeling* usan la plantilla expuesta en la Figura 16, la cual representa un holón de un proceso de negocio.

**Figura 14 Metodología *PrOH modeling***



Fuente: Clegg (2006).

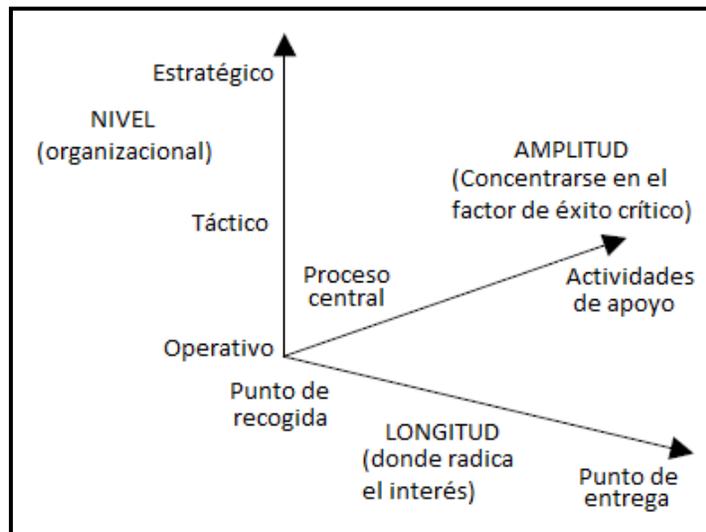
Figura 15 Plantilla para un modelo simple de PROH



Fuente: Clegg (2006).

Las relaciones de entrada-salida entre los elementos del proceso central y las actividades de apoyo se definen mediante un formato tabular, el cual puede utilizarse como una ayuda para definir vínculos entre los holones anterior y siguiente, dentro del mismo nivel y entre los diferentes niveles. Clegg (2006), al aplicar en su investigación el pensamiento sistémico con enfoque holónico para el diseño, la gestión y la mejora de procesos de negocio, hace referencia a la necesidad de determinar la granularidad del modelo, entendida como lo que entra y lo que queda fuera del modelo, mediante el uso de tres dimensiones: nivel, longitud y amplitud (Figura 16).

Figura 16 Determinación del nivel de detalle de un modelo de proceso de negocio



Fuente: Clegg (2006).

### 5.4.3 Método Grumbach integrado con el enfoque de escenarios prospectivos y la dinámica de sistemas

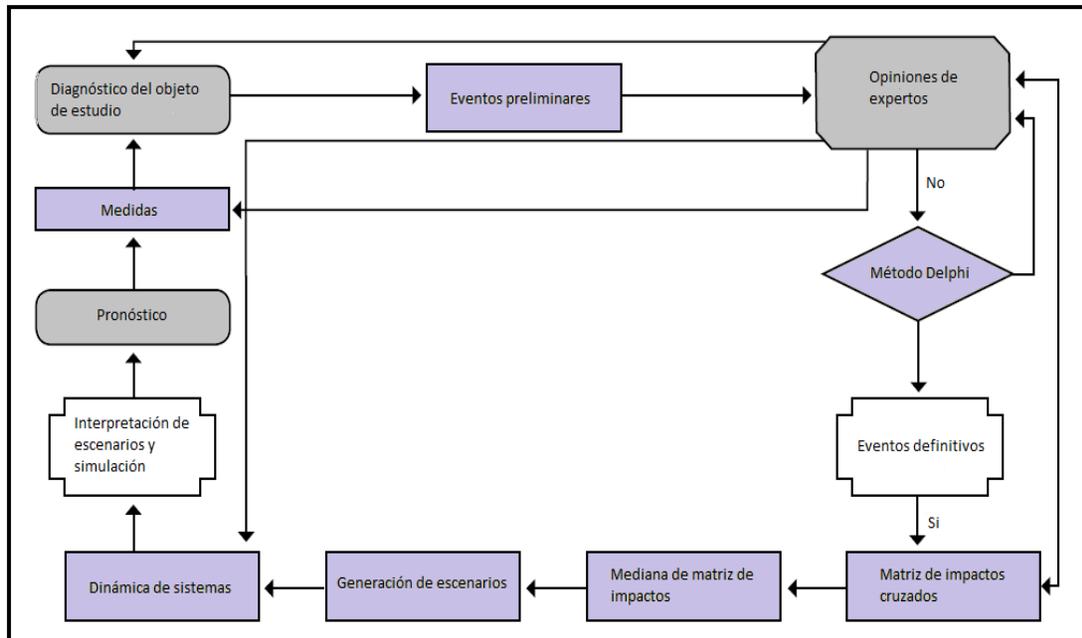
Este método lo aplican Dias & Souza (2008) a la investigación sobre el sector del calzado en Brasil, integrando también el enfoque de escenarios prospectivos y la dinámica de sistemas. Para los investigadores, este método incorpora las ventajas de otros dos en escenarios prospectivos, como se muestra a continuación:

- *Método de Godet (2000)*. Se compone de seis etapas: a) definición del sistema y el medio ambiente, b) análisis estructural del sistema y el medio ambiente, c) selección de las condiciones del futuro, d) generación de escenarios alternativos, e) pruebas de coherencia, ajustes y difusión, e) opciones estratégicas y planes de monitoreo.
- *Método de Porter (1999)*. Se refiere a las estrategias competitivas esenciales y sigue los pasos: a) propósito del estudio, la historia y la situación actual; b) identificación y clasificación de las incertidumbres que

se plantean; c) comportamiento de las variables futuras; d) análisis de escenarios y coherencia; e) análisis de la competencia; f) preparación de los escenarios, y g) desarrollo de estrategias competitivas.

En la investigación desarrollada, los autores partieron de la revisión bibliográfica y las entrevistas con expertos para estructurar el objeto de estudio. Además, aplicaron el método Delphi para crear sucesivamente cuestionarios, obtener respuestas de los expertos y construir el consenso mediante una técnica circular e interactiva. Los hechos definitivos fueron enviados a la matriz de impacto y al *software* PUMA, programa diseñado por Raul Grumbach para la generación de escenarios prospectivos y que utiliza el teorema de Bayes. Las primeras hipótesis se usaron en la integración entre escenarios prospectivos y los sistemas dinámicos; además, se llevaron a cabo simulaciones e interpretación de escenarios, y se estableció una predicción para el objeto de estudio (Figura 17).

**Figura 17 Modelo sistémico de integración entre escenarios prospectivos y dinámica de sistemas**



Fuente: Dias & Souza (2008).

#### 5.4.4 Análisis estructural y dinámica de sistemas

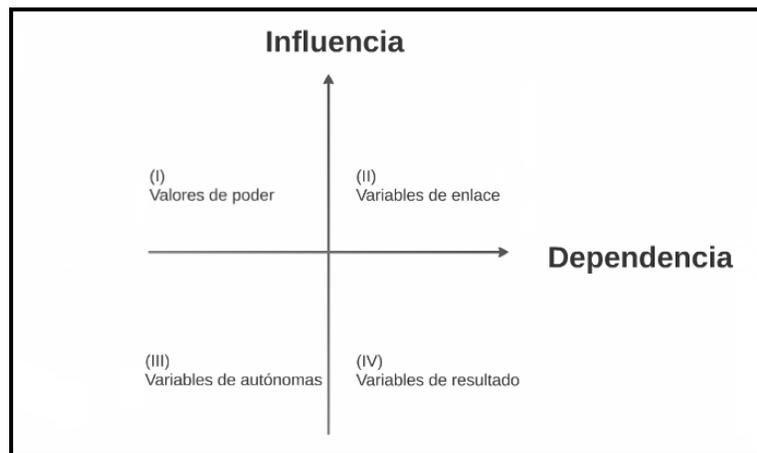
Este método lo aplican Quintero & López (2010) al caso de la televisión digital en Medellín, como apoyo para reducir la subjetividad en la etapa de análisis del problema. Estos autores, en concordancia con Sirius, Godet, Meunier & Roobelat (2003), afirman que el análisis estructural es una metodología apoyada por personas con experiencia demostrada en un área determinada, los cuales participan en un proceso que consta de tres fases: a) inventario de variables o factores, proceso que se desarrolla a partir de reuniones, lluvias de ideas, fuentes secundarias, etc.; b) descripción de las relaciones entre variables, que abarca el levantamiento de una matriz de doble entrada evaluada por los expertos, la cual itera sucesivamente en el *software* MICMAC (Matriz de Impacto Cruzado-Multiplicación Aplicada a una Clasificación), para calcular el grado de influencia y dependencia existente entre las variables; y c) identificación de las variables esenciales para el comportamiento del sistema, a través de su caracterización de acuerdo con la ubicación en un plano de influencia y dependencia derivado del cálculo arriba descrito.

Dependiendo del cuadrante en que se ubique la variable dentro del plano de influencia y dependencia, esta puede ser: a) de poder, que ejerce cierto grado de influencia sobre las demás variables, pero no dependen de ninguna otra, por lo que cualquier cambio se reflejará en las demás; b) de enlace, que a pesar de ser influyente ya posee una dependencia de las variables de poder; c) de respuesta, que es la más sensible al comportamiento de las variables de poder y de enlace; es una variable de salida del sistema; e) autónoma, que es poco influyente y dependiente, por lo que tiende a descartarse del análisis (Figura 18).

Las interrelaciones entre variables que definen la dinámica del sistema pueden visualizarse en los resultados del MICMAC (Figura 19). Allí se entrelazan las variables con flechas de diferentes tipos, indicando el nivel de influencia que

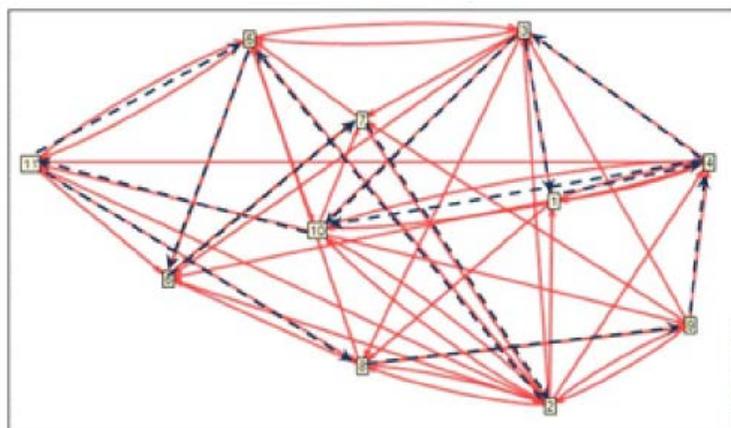
ejerce una sobre otra y reflejando tanto las influencias directas como las indirectas. Esta figura es el punto de partida para la construcción del diagrama causal de dinámica de sistemas (Figura 20), a partir del cual se extraen las relaciones más fuertes.

**Figura 18 Plano de influencia/dependencia**



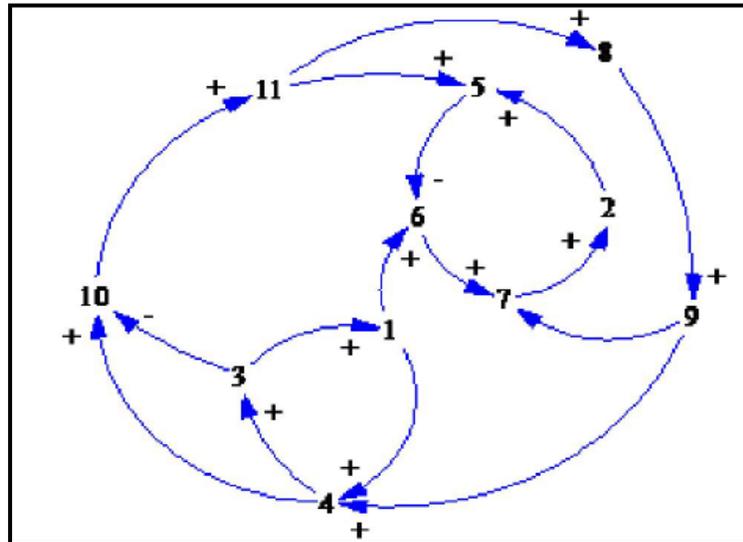
Fuente: Godet *et al.* (2003), citado en Quintero & López (2010).

**Figura 19 Gráfico de influencias directas en la aplicación del método de análisis estructural y la dinámica de sistemas**



Fuente: Quintero & López (2010).

Figura 20 Diagrama causal en la aplicación del método de análisis estructural y la dinámica de sistemas



Fuente: Quintero & López (2010).

Este método también fue aplicado por Torres & Olaya (2010) en el desarrollo de una conceptualización dinámica para la formulación de políticas de gestión de residuos sólidos para un municipio pequeño de Colombia. El propósito de este proyecto consistió en el desarrollo de políticas sostenibles que dieran cuenta de la complejidad de la interacción de las personas, los residuos, la información, los recursos y los factores ambientales. Aquí también se utilizó la matriz MICMAC como herramienta para establecer la selección de variables clave y mejorar la comprensión de las interacciones tanto directas como indirectas entre variables. De los resultados de la clasificación y representación gráfica de las variables se obtuvieron las variables clave del sistema y desde el *software* MICMAC se generaron los gráficos de relaciones directas e indirectas. Los gráficos de relaciones directas e indirectas funcionaron como referencia para la construcción del diagrama de circuito causal. De esta manera, el proceso de construcción de dichos diagramas se constituye en una tarea más ordenada y menos intuitiva (Anexo 6). Esta fue la base para conceptualizar la construcción del modelo de simulación.

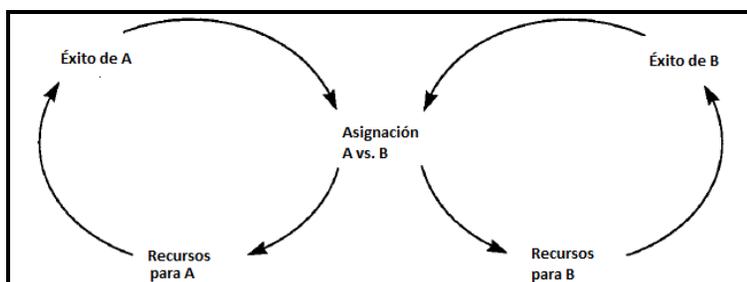
#### **5.4.5 Modelos existentes o arquetipos**

Para Olmo & Pérez (1992) los arquetipos son arreglos genéricos contruidos a partir de las estructuras elementales (bucles reforzadores o de realimentación positiva, bucles de realimentación negativa o equilibradores, y retrasos), que responden a comportamientos específicos observados en campos como la economía, la dirección de empresas, la biología o la política. Los autores hacen mención de un núcleo de modelos que permite explicar un amplio número de problemas empresariales como lo plantea Graham en 1988.

Por su parte, Lyneis (1999) sostiene que los arquetipos son válidos para uso pedagógico, pero proporcionan una visión muy estrecha de la situación, dado que generalmente representan uno o dos bucles de retroalimentación, cuando la realidad muestra que más factores afectan el desempeño del sistema. Ello hace peligroso llegar a conclusiones dada la visión limitada del sistema. Así, una representación más completa del sistema considera más efectos de retroalimentación y más niveles de análisis, supeditándose a la capacidad humana de recrear sistemas de este tipo.

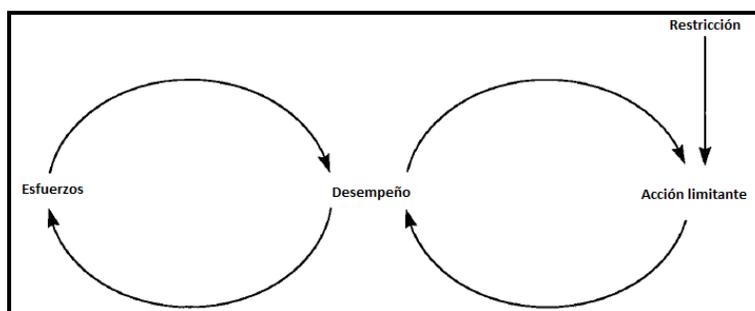
Ejemplos de arquetipos se presentan en las Figuras 21 y 22 que muestran como la asignación de los recursos se basa en el éxito relativo, pues en la medida en que el éxito de A aumenta entonces obtiene más recursos a expensas de B, lo que aumenta el éxito relativo a B; y por otro lado, genera un crecimiento constante a partir de un bucle de auto-refuerzo hasta que algunas restricciones lo limitan.

**Figura 21 Arquetipo genérico de éxito para el éxito**



Fuente: Lyneis (1999).

**Figura 22 Arquetipo genérico límites para el éxito**



Fuente: Lyneis (1999).

En contraposición, Sotaquirá & Ariza (2005), señalan que “*los arquetipos sistémicos resultan de un proceso de síntesis de la experiencia acumulada de modelación con la dinámica de sistemas, especialmente en casos de organizaciones humanas o sistemas sociales*” (p. 82) y que estos explican algunos patrones de comportamiento recurrentes.

En adición a lo anterior, para Mejía, Díaz, Díaz, & Olaya, (2007) los arquetipos son entendidos como descriptores de patrones comunes de comportamiento que proveen entendimiento. Estos comportamientos son asociados con estructuras de realimentación.

## **5.5 Aplicaciones de los modelos dinámicos de sistemas en estudios de investigación y sus resultados**

En la revisión de investigaciones se encontraron numerosos trabajos en los que se ha usado la dinámica de sistemas (pensamiento sistémico) como herramienta para la toma de decisiones. De lo particular a lo general, los estudios abordan:

- Un enfoque hacia la estructura interna de una empresa específica (los que se encuentran en mayor proporción), como el realizado por Barlas, Korkut & Duman (2000) a una compañía de seguros en Turquía, que presentó pérdida de participación en el mercado.
- Cadenas productivas, como la investigación adelantada por Amézquita & Chamorro (2013), en la que simularon el comportamiento de las principales cadenas productivas del Departamento de Bolívar integrando los componentes de costo, producción y utilidad para determinar los efectos en la productividad, el empleo y la utilidad de los actores.
- Procesos dentro de las compañías, como el desarrollo de nuevos productos en las industrias manufactureras, propuesto por Rodrigues, Dharmaraj & Shrinivasa Rao, (2006) en la India, en el cual contemplaron los diversos factores dinámicos como el cambio en el alcance del proyecto, el tiempo, la repetición del trabajo, la competencia de los empleados, la tasa de formación, la calidad del trabajo y la presión.
- Duopolio, entendido por López & Méndez (2011) como el mercado en el cual solo dos productores participan y generan bienes idénticos a costos variables. Esta dinámica influye en la decisión de compra de los consumidores (el tiempo de entrega, el cumplimiento de la cantidad entregada y la calidad, conocidos como función o nivel de servicio) y en las utilidades para ambos actores.

- Sectores como el de calzado en Brasil, en el estudio desarrollado por Dias & Souza (2008) simulando las tendencias del mercado para un periodo de cinco años; o como el adelantado por Schmidt & Shayne (2002) sobre alta tecnología en empresas pequeñas y medianas de la industria automotriz; o el de la construcción en Reino Unido, en el que tanto Dangerfield et al. (2010) como Gilkinson & Dangerfield (2013) destacan la participación activa de los participantes de la industria, definen un índice de competitividad (IC) con el fin de sintetizar los efectos de una serie de factores que definen el multidimensional punto de vista de la competitividad en la industria de contratación; y a través de la simulación, buscan describir las posibles consideraciones de estrategia futuras para las empresas del sector. Los investigadores citan además dos estudios sectoriales previos: el de evaluación estratégica de retiros de capacidad en la industria del acero en el Reino Unido realizado por Dangerfield y Roberts en el 2000, y el estudio de caso de la infraestructura para las actividades de capacitación en el sector de la construcción de Nepal efectuado por Bajracharya en el 2000.
  
- Fenómenos de difusión social que utilizan las redes de comercialización, como en el caso de los fenómenos estudiados por Cruz & Olaya (2008), en el que presentan una forma de generar la topología de una red de este tipo, a fin de tener la base para el análisis de la difusión de productos y servicios a través de dichos canales. En su desarrollo utilizaron los softwares IThink para el diagrama de red y Mathematica 6 para la representación visual de la topología de la red.
  
- Diseño de políticas de gobierno, como el estudio desarrollado por Baena & Olaya (2013) respecto al sistema de la vivienda de interés social en Colombia, buscando modificar la fuerza o dominancia de diversos ciclos de realimentación potenciales y lograr un cambio real en la calidad de este tipo de vivienda. La simulación computacional se llevó a cabo con el software IThink.

Según lo encontrado en la literatura, los resultados de los estudios realizados en su totalidad fueron satisfactorios en la medida en que proporcionan ayuda en la toma de decisiones estratégicas para cada uno de los niveles abordados. Entre otras, se llegó a la adopción de procedimientos adecuados para proteger el mercado (Dias & Souza, 2008), y a reflexiones estratégicas con el fin de mantener la competitividad en un horizonte de tiempo mucho más largo (15 y 20 años) (Dangerfield *et al.*, 2010; Gilkinson & Dangerfield, 2013). Con base en lo anterior, se puede ver que la importancia de la herramienta radica en que ayuda a dar forma y diseñar el futuro competitivo de una empresa.

Para el caso del Estudio Sistémico de Sectores Estratégicos (ESSE) que aquí se propone como instrumento, puede inspirar a la planificación estratégica para la sostenibilidad en el marco jurídico, político, económico, social, tecnológico, ambiental o estructural, contando con la participación activa de los representantes de la industria. Dicha participación contribuye a la comprensión contextual mediante la revisión de los aspectos exógenos a la organización y, a su vez, facilita la adopción del lenguaje de los profesionales del campo en estudio, requisito vital para combatir la resistencia al cambio. Aquí resulta indispensable mencionar, que si se cuenta con la cooperación de los principales actores las políticas sectoriales se pueden derivar del propio proceso de modelación, pues al conocer las relaciones estructurales dinámicas de los elementos del sector se hace más fácil impulsar los cambios deseados (Dangerfield *et al.*, 2010).

## **5.6 Elementos relevantes para la construcción de la metodología del Estudio de Sectores Estratégicos desde el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas)**

Una vez efectuada la revisión de la literatura, pasando en primer lugar por la identificación de la relación entre el AESE y el pensamiento analítico, en segundo lugar por el origen y la evolución del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas), en tercer lugar por los principios, los elementos y la relación de dicho pensamiento con la toma de decisiones estratégicas y por último por los métodos usados para la construcción de los modelos dinámicos de sistemas en trabajos de investigación, sus aplicaciones y resultados, se puede establecer que la propuesta orientada a complementar el estudio analítico sectorial tomando elementos tanto teóricos como metodológicos del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) se muestra pertinente, válida y viable por cuanto:

- Supera las limitaciones de la metodología AESE brindando la posibilidad de ampliar la comprensión del comportamiento global de los sectores estratégicos para intervenirlos buscando mejoras en su desempeño, mediante el entendimiento de las múltiples interacciones entre los elementos que los conforman.
- Permite a las organizaciones plantear una apuesta estratégica para mejorar su desempeño y aportar a su permanencia en el tiempo.
- Responde a la necesidad de utilizar un enfoque diferente al analítico para comprender e intervenir los sectores estratégicos que se desarrollan en un mundo no uniforme, en el que gran cantidad y variedad de factores impactan el desempeño organizacional suscitándose interacciones complejas.
- Se consolida como una herramienta de aprendizaje, con la que se puede generar y transmitir conocimiento específico, temporal, contextual y pragmático en el contexto organizacional.

- Toma como punto de partida el desarrollo conceptual adelantado en la metodología AESE, la cual se constituye en una metodología de diagnóstico, reconocida en los ámbitos académico y empresarial.
- El tipo de pensamiento empleado (sistémico) se ha usado en numerosas investigaciones de diversos campos con buenos resultados, proporcionando ayuda en la toma de decisiones estratégicas para cada uno de los niveles abordados.
- Permite simular el comportamiento de los modelos dinámicos de los sectores estratégicos, en lugar de interactuar con los sistemas reales, poniendo en evidencia los efectos de los cambios sin riesgo y sin incurrir en costos elevados o errores de mayor importancia para los administradores de los sistemas.

De acuerdo con todo lo anterior, se considera conveniente que en la construcción de la metodología del Estudio Sistémico de Sectores Estratégicos (ESSE) se contemplen los elementos descritos a continuación:

#### **5.6.1 Elementos teóricos, conceptuales y metodológicos a contemplar en la construcción de la metodología ESSE.**

Dentro de los elementos teóricos a considerar se destacan:

- El pensamiento analítico desarrollado por Hartman (1969) quien enfatiza en las ideas de Newton (1642-1727).
- El Pensamiento sistémico abordado por Forrester (1958, 1969, 1970, 1994, 1995, 1998) y Senge, Ross, Smith, Roberts & Kleiner (1995), entre otros.
- La Teoría General de Sistemas consolidada por Bertalanffy (1986).

Y complementa con:

- La Ley fundamental de la cibernética denominada Teorema de Conant Ashby (Schwanniger, 2009).

Los elementos conceptuales a tener en mente se refieren principalmente a los conceptos de sistema, modelo y simulación.

Y los elementos metodológicos a contemplar incluyen las metodologías para construir y simular un modelo dinámico desde Aracil (1978), Morecroft & Sterman (1994), Forrester (1994) y Sterman (2000).

Aquí también cabe mencionar las aplicaciones del pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) en diferentes ámbitos, su articulación con los conceptos de estrategia y toma de decisiones y los diferentes métodos usados para la construcción de modelos dinámicos en trabajos de investigación.

### **5.6.2 Fases para la construcción de la metodología para el ESSE (modelo dinámico)**

Durante la construcción de la metodología (modelo dinámico) para el Estudio Sistémico de Sectores Estratégicos, y acorde con Aracil (1978), Morecroft & Sterman (1994), Forrester (1994) y Sterman (2000), se sugiere seguir las fases descritas en la Tabla 8.

**Tabla 8 Fases para la construcción de la metodología (modelo dinámico) del EESE**

Fase	Descripción
Conceptualización	<p>La definición del sector estratégico entendido como sistema, en la cual se identifiquen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El conjunto de partes que lo conforman.</li> <li>▪ Los límites que lo diferencian del medio.</li> <li>▪ La estructura o interacciones entre elementos (bucles de realimentación).</li> <li>▪ Las variables de nivel y de flujo.</li> <li>▪ Las políticas habitualmente empleadas y que implican la generación de una hipótesis (teoría) sobre cómo el sistema está creando el comportamiento perturbador y la elaboración del diagrama causal.</li> </ul>
Formalización	<p>La elaboración de un modelo matemático que represente el comportamiento del sistema, lo cual conlleva a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La traducción de la descripción del sistema en las ecuaciones de tasas y nivel de un modelo de dinámica de sistemas.</li> </ul>
Simulación	<p>La transformación del modelo conceptual en un modelo de simulación con ayuda de un software computacional, que permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La generación del comportamiento del sistema estudiado a lo largo del tiempo.</li> <li>▪ La medición de la efectividad del modelo mediante pruebas o ejercicios de sensibilidad tendientes a corregir los defectos del modelo.</li> </ul>
Diseño de políticas y estructuras alternativas	<p>El replanteamiento o identificación de políticas y relaciones alternativas de la organización a fin de mejorar su comportamiento.</p>
Consenso	<p>La construcción de consenso alrededor de los cambios a</p>

Fase	Descripción
	implementar en las políticas y las relaciones en la organización mediante el debate y la educación.
Implementación y evaluación	La aplicación al sistema real de las políticas y estructuras que muestran mejores resultados y evaluar los resultados.

Fuente: elaboración propia.

### 5.6.3 Aspectos a considerar en la integración de los resultados de las pruebas del AESE a la fase de conceptualización

Durante la fase de conceptualización del modelo dinámico del ESSE resulta conveniente considerar los elementos que configuran el sector estratégico estudiado como sistema, en concordancia con los aspectos que conforman las pruebas realizadas en el AESE, advirtiendo que sus resultados se convertirían en insumo para la construcción de la metodología ESSE.

Para llevar a cabo el levantamiento del panorama sectorial y conocer las características del entorno de la empresa, la metodología AESE está soportada en las siguientes herramientas:

#### 5.6.3.1 Análisis de hacinamiento

Según Restrepo (2006) se refiere a la medición de la convergencia estratégica de un grupo de empresas, cuyo efecto (si se presenta) es la disminución de la tasa media de rentabilidad sectorial. Este fenómeno “*destruye riqueza, homogeniza resultados y erosiona la perdurabilidad*” (p. 115) y para contrarrestarlo, las organizaciones del sector deben “*incrementar sus ingresos con base en nuevos mercados, nuevos productos y/o satisfaciendo nuevas necesidades*” (p. 117). Según el autor, lo contrario indica que el sector incrementa sus utilidades a partir

de reducciones de costos, sin obtener altas tasas de rentabilidad y limitando al crecimiento de las organizaciones. En este análisis se estudia:

- Grado de convergencia estratégica por imitación *“determinado por la similitud existente en el sector en términos de canales utilizados, características intrínsecas de los productos, publicidad y mercadeo adelantado, necesidades que se intentan satisfacer, y precio ofrecido al cliente final”* (Restrepo y Rivera, 2008, p.31). Esta aproximación es de corte cualitativo.
- Simetrías financieras para concluir sobre un nivel cuantitativo de imitación, que *“consiste en el estudio de asimetría en los resultados financieros del sector, incluyendo el examen de las tasas de crecimiento o “delta” de ingresos y utilidades”* (Restrepo, 2006, p. 116).

#### **5.6.3.2 Panorama competitivo**

Es un mapa que permite *“una mejor comprensión de la realidad, una visión transitoria de los espacios que ocupan los integrantes del sector en términos de variedades de productos (bienes o servicios), necesidades que satisfacen y canales a través de los cuales los bienes o servicios son enviados al mercado”* (Restrepo y Rivera, 2008, p.31). Según el autor, se usa para encontrar espacios de mercados no atendidos o débilmente atendidos, denominados manchas blancas, a los que las organizaciones deben atacar con nuevas propuestas difícilmente imitables que les permitan generar barreras de entrada duraderas.

#### **5.6.3.3 Análisis estructural de sectores económicos desarrollado por Porter y aplicación de un software aportado por los autores de la metodología AESE para la interpretación de resultados**

Restrepo (2004-2006) citando la obra de Porter en 1978, refiere cuatro fuerzas del mercado:

La primera fuerza consiste en el riesgo de ingreso, que intenta medir la posibilidad que existe para que nuevos entrantes inviertan en el sector en estudio. Para el autor, nuevos entrantes significan rivalidades potenciales, hacinamientos sectoriales, convergencia en la forma de competir, indiferenciación y bajas marcas en las rentabilidades sectoriales. El riesgo de ingreso depende del comportamiento de las siguientes variables: barreras de entrada (costos, economías de escala, curvas de experiencia, costos compartidos, operaciones compartidas, posicionamiento), intervención gubernamental (regulaciones, impuestos, aranceles y subsidios) y respuesta por parte de los participantes a quienes pretendan entrar (con base en la liquidez del sector, soportada en la capacidad de endeudamiento y amparada en el potencial de crecimiento sostenible).

La segunda fuerza se refiere a los proveedores y al poder de negociación que tienen con respecto a sus rivales. Se busca identificar su fortaleza dentro del sector, sobre la base que el proveedor poderoso se apropia de una parte de la rentabilidad del sector, condicionando la dinámica del mercado a sus exigencias.

La tercera fuerza es la intensidad de la rivalidad, la cual es producto de la falta de estrategia gerencial y cuando se presenta de forma alta, aparecen la convergencia y el hacinamiento industrial, ocasionando la disminución de la rentabilidad. Los factores que propician la rivalidad son: sectores poco concentrados y costos fijos sectoriales altos cuyo cubrimiento requiere utilizar la totalidad de las capacidades instaladas. En esta fuerza, se estudia la amenaza de productos sustitutos o complementarios, asociada a la estabilidad del precio de venta, la innovación y, la relación entre la demanda de los productos que se encuentran en el sector y los complementarios.

La cuarta fuerza se trata de los compradores y su poder de negociación. Implica el examen de las siguientes variables: concentración y disponibilidad de información del sector, volúmenes de compra, costos, utilidades, potencial financiero y vocacional del comprador para integrarse hacia atrás, diferenciación de los productos, y costos de cambio de proveedor.

El análisis estructural se lleva a cabo con el paquete de computador antes mencionado, con el cual se busca inferir el comportamiento, las fuentes y la intensidad de las fuerzas, el nivel de atractividad por barreras en términos de rentabilidad del sector, y la vinculación de estos resultados con los de hacinamiento, asimetría y convergencia.

#### **5.6.3.4 Análisis de competidores**

Restrepo (2006) sostiene que este análisis se lleva a cabo para observar el comportamiento en el tiempo de los integrantes del sector desde una perspectiva positivista y otra subjetiva. Aquí se estudia:

- Índice de erosión de la estrategia: se calcula mediante la relación utilidad/ingresos. Si esta es mayor que uno (1) el sector está deteriorando su estrategia, obteniendo utilidades con la erosión de los ingresos a través de mejoramientos continuos no sostenibles en el tiempo.
- Índice de erosión de la productividad: se calcula mediante la relación ingresos/ utilidad. Si esta es mayor que uno (1) y los costos están subiendo, el sector está erosionando la productividad.
- Análisis de supuestos del sector: consiste en la observación de los supuestos que los participantes y sus directivos utilizan como elementos centrales de la gestión sectorial. Son percepciones de la realidad que se traducen en conceptos de negocio, los cuales deben ser retados con posturas estratégicas únicas fundamentadas en la creatividad.

- Crecimiento potencial sostenible: es la posibilidad que tiene una organización de lograr un crecimiento de sus activos con un soporte financiero adecuado.
  - Frente a crecimiento de la demanda sectorial: es la capacidad para abordar o no otros sectores diferentes a los que atiende en este momento. Se puede determinar el indicador  $Cp^7$  (Crecimiento potencial sostenible) de cada competidor (desarrollado por el grupo consultor de Boston) y estudiar en su conjunto la posición relativa que tiene cada rival en dichos términos.

El autor considera que la organización debe desarrollar dos círculos virtuosos que le permitirán una permanente capacidad de inversión, a través de dos caminos: uno endógeno (fruto de un crecimiento en las ventas, el incremento del capital de trabajo y el aumento de la capacidad de inversión) y uno exógeno mediante la posibilidad de obtener recursos externos para reforzar su capacidad de inversión y profundizar en la adquisición de activos operativos.

Las mencionadas herramientas proporcionan información que permiten generar conocimiento sobre el entorno estudiado; sin embargo, Restrepo & Rivera (2008) llaman la atención sobre la necesidad de entenderla como un todo y comprenderla desde sus partes, para lo cual el pensamiento analítico se torna limitado. Por esta razón invitan a apoyarse en el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas) a fin de identificar los elementos y comprender las interrelaciones que se originan y que conforman al panorama sectorial a partir de los resultados de la aplicación de las pruebas de la metodología AESE, llevarlos a un modelo dinámico, simular su comportamiento, diseñar, construir consenso e implementar las políticas y evaluar los resultados.

---

<sup>7</sup> Para mayor información puede consultarse el artículo de Luis Fernando Restrepo, Análisis Estructural de Sectores Estratégicos, Universidad & Empresa, Junio de 2006, página 134.

Lo anterior implica “tomar las más de cien variables que se analizan en la propuesta del AESE y recomponerlas en una imagen que represente la realidad” (Restrepo & Rivera, 2008, p. 29).

De esta forma, durante la fase de conceptualización del modelo dinámico del ESSE resulta conveniente aplicar el método del análisis estructural e integrar los resultados de la metodología ASSE, como lo describe la Tabla 9.

**Tabla 9 Conceptualización del modelo dinámico del EESE aplicando el análisis estructural e integrando los resultados de la metodología AESE**

Fase	Descripción
<p><b>Conceptualización</b> Definir el sistema sector estratégico, con el apoyo de personas con experiencia demostrada en el área, las cuales participan en el proceso descrito a continuación:</p>	<p>Inventario de variables o factores, a partir de reuniones, lluvias de ideas, fuentes secundarias, etc. considerando los resultados de la propuesta de la metodología AESE, la cual comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Convergencia estratégica: canales, características intrínsecas del producto, publicidad y mercadeo, necesidades que se satisface al cliente y precio al cliente.</li> <li>▪ Simetría financiera: resultados financieros.</li> <li>▪ Panorama competitivo: variedad, necesidades y canales (manchas blancas).</li> <li>▪ Fuerzas del mercado: nuevos participantes, proveedores, competidores, productos sustitutos, compradores y productos complementadores.</li> <li>▪ Competidores: erosión de la estrategia, erosión de la productividad, supuestos del sector y crecimiento potencial sostenible.</li> </ul> <p>Descripción de las relaciones entre variables, con el levantamiento de una matriz de doble entrada y su procesamiento en el <i>software</i> MICMAC, para calcular el grado de influencia y dependencia existente entre las variables.</p>

Fase	Descripción
	Identificación de las variables esenciales para el comportamiento del sistema, a través de su caracterización de acuerdo con la ubicación en un plano de influencia y dependencia.
	Visualización de las interrelaciones entre las variables que definen la dinámica del sistema en los resultados del MICMAC.
	Construcción del diagrama causal tomando como punto de partida el gráfico de relaciones.

Una vez culminada la fase de conceptualización, se propone según el apartado 5.6.2, elaborar un modelo matemático que represente el comportamiento del sector y simular el modelo dinámico con ayuda del software computacional Stella, para identificar y construir consenso con relación a las políticas y/o relaciones alternativas de la organización a fin de mejorar su comportamiento, aplicar al sistema real y la evaluar los resultados.

#### **5.6.4 Consideración de la orientación al aprendizaje en la metodología**

En concordancia con el MIT, S. D. (1998) resulta conveniente que al construir la metodología ESSE esta sea diseñada con orientación al aprendizaje pues así dicha metodología no se constituiría solo en una herramienta estratégica sino en una herramienta para el aprendizaje de otros temas específicos de los negocios.

#### **5.6.5 Relevancia de la identificación de palancas claves**

Como lo plantea Warren (1999a) en la construcción de la metodología del ESSE se considera indispensable el identificar las palancas clave que tiene el sistema. De la misma forma, se considera importante el evaluar las alternativas de

secuencias coordinadas de decisiones que se pueden generar a través del tiempo, prestando atención a las consecuencias no deseadas.

### **5.6.6 Consideración de la disponibilidad de información**

Siguiendo el planteamiento de Gary *et al.* (2008) es necesario que en el desarrollo de la metodología para el ESSE se genere y disponga de información suficiente de manera que ella dé origen a modelos mentales precisos en cada uno de los actotes involucrados con el fin de que ello conduzca a reglas de decisión eficaces.

### **5.6.7 Importancia de la participación de expertos**

Dada la revisión efectuada a lo largo de este trabajo, se recomienda que la metodología empleada en la construcción del modelo de simulación sea la misma usada por Quintero & López (2010) y por Torres & Olaya (2010), según la cual personas con experiencia demostrada en el área de estudio participan en los procesos de inventariar las variables, describir sus relaciones e identificar las que resultan claves para el comportamiento del sistema.

Haciendo esto se puede lograr que, mediante el uso del software MICMAC (Matriz de Impacto Cruzado-Multiplicación Aplicada a una Clasificación), se puedan generar gráficos de relaciones directas e indirectas que realmente sean útiles como referencia para la construcción del diagrama causal del fenómeno estudiado (sectores estratégicos).

En este mismo sentido y haciendo referencia a Dangerfield *et al.* (2010), durante la etapa de validación el modelo debe exponerse al escrutinio de expertos de la industria, solicitándoles identificar los defectos fundamentales, lo que se le

debería añadir o quitar y que elementos adicionales proporcionarían una mejor comprensión del mismo. Para que sus apreciaciones sean válidas se debe asegurar que los expertos consultados comprenden el funcionamiento del modelo y la dinámica de sus elementos (Gilkinson & Dangerfield, 2013).

#### **5.6.8 Importancia de la participación de otros actores de la industria**

En cuanto a este aspecto, si se tiene en cuenta que se está hablando de estudios sectoriales, se considera conveniente involucrar a los diferentes participantes de la industria con el fin de asegurar la sostenibilidad de las acciones en el marco jurídico, político, económico, social, tecnológico, ambiental o estructural (Dangerfield *et al.*, 2010; Gilkinson & Dangerfield, 2013) y de construir una visión más rica del entorno organizacional para la toma de decisiones estratégicas.

La participación activa de los actores contribuirá a la comprensión contextual del sector estratégico en estudio, a la adopción del lenguaje de los profesionales del campo tratado y al establecimiento de políticas sectoriales como resultado de la comprensión de las relaciones estructurales dinámicas de los elementos del sector (Dangerfield *et al.*, 2010).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en la revisión efectuada, se puede ver que en la actualidad organizacional existe la necesidad apremiante de explorar e interpretar el entorno a fin de orientar la toma de decisiones estratégicas de tal manera que esto redunde en la adaptación de las organizaciones a los cambios inminentes del contexto, para sobrevivir y crecer. Para lograrlo se han desarrollado diversas metodologías dentro de las que se destaca el Análisis Estructural de Sectores Estratégicos AESE (Restrepo & Rivera, 2008) la cual permite construir una visión de lo ocurrido en los sectores estratégicos mediante un ejercicio de análisis en el que se realizan (paralelamente) varias pruebas y se conjugan datos provenientes de diferentes frentes del sector; hecho esto en la metodología se realiza el ejercicio de síntesis que se soporta en la integración de los resultados cualitativos y cuantitativos individuales.

Sin embargo, se puede observar que desde este enfoque analítico no se logran contemplar las múltiples interacciones que ocurren entre los elementos, su variación, los procesos circulares que se dan y la no linealidad de las relaciones que describen el comportamiento de las entidades llamadas sectores estratégicos. Por lo anterior, la visión que proporciona la mencionada metodología se considera limitada para comprender las causas que determinan el comportamiento global de los sectores y su dinámica, si se quiere guiar a las organizaciones en la adecuada toma de decisiones estratégicas.

Por lo anterior, se consideró conveniente la aplicación de una metodología para el Estudio de Sectores Estratégicos desde el enfoque sistémico, la cual reporta entre otros los siguientes beneficios:

- Permite no solo construir una visión de los sectores, sino reconocerlos como sistemas, identificando sus partes e interacciones, su diseño, estructura (relaciones) y funcionamiento (dinámica), para comprenderlos e intervenirlos, a través de la toma de decisiones estratégicas que realicen los tomadores de decisiones sobre sus puntos de apalancamiento.
- Supera las limitaciones del enfoque analítico asociadas a la incapacidad humana de comprender las relaciones de causalidad circular que se dan en los sistemas físicos o sociales, donde cada acción se basa en condiciones presentes mientras que estas, a su vez, condicionan acciones futuras.
- Posibilita el acercamiento a sistemas compuestos por una gran cantidad de elementos e interrelaciones en los que la presencia de no linealidades determinan el comportamiento y dificultan una solución analítica.
- Orienta el aprendizaje organizacional y contribuye a la generación de nuevo conocimiento específico, temporal, contextual y pragmático.

En ese mismo sentido, la simulación de los modelos dinámicos de los sectores estratégicos aplicada en el estudio sistémico sectorial permite:

- Desarrollar modelos de computadora mucho más amplios y precisos que los mentales, mediante la reproducción de los supuestos contenidos en los modelos mentales de las personas.
- Identificar el comportamiento y las consecuencias de las múltiples interacciones de los elementos de los sectores estratégicos a través del tiempo.

- Comprender la complejidad de la estructura de los sectores estratégicos que reside en las relaciones que se presentan entre las variables que los componen o describen.
- Identificar aspectos críticos funcionales y relacionales y comprender por qué los sectores estratégicos se comportan de la forma en que lo hacen en función de su organización (estructura).
- Determinar el efecto de las políticas y los supuestos de mercado sobre el éxito de las organizaciones.
- Plantear escenarios posibles de evolución de la situación competitiva de las organizaciones, y la medición del efecto de los cambios en las premisas iniciales para cada escenario.
- Anticipar situaciones imprevistas y observar el impacto de los cambios en los sectores estratégicos de forma inmediata y sin riesgo.
- Determinar con fiabilidad el futuro dinámico de los sectores estratégicos.
- Identificar los puntos de apalancamiento del sector estratégico en estudio.

Así las cosas, la metodología ESSE se constituye en una herramienta que articula los conceptos de estrategia y toma de decisiones con el pensamiento sistémico (dinámica de sistemas), específicamente en el contexto de los sectores estratégicos, que faculta a los líderes organizacionales a construir una visión sectorial global y guía la toma de decisiones estratégicas hacia la permanencia de las organizaciones en el tiempo, la mejora en el desempeño y la capitalización del aprendizaje organizacional.

Complementario a esto, en la investigación se hace notar que se han usado diferentes métodos (y diversas aplicaciones) para la construcción de modelos dinámicos en trabajos de investigación tales como: la estructura interna de empresas, las cadenas productivas, los procesos dentro de las compañías, los duopolios, los sectores, los fenómenos sociales y el diseño de políticas de gobierno.

En el mismo sentido, también se han construido modelos dinámicos en los que se han integrado conceptos de estrategia. Específicamente hablando se encuentran los desarrollados en primer lugar por Prahalad & Hamel (1990), en segundo lugar por Porter (2004) con la dinámica de la rivalidad, la dinámica de la estrategia, la estrategia competitiva y el entorno competitivo (este último sumado a la cadena de valor y al mapa sectorial), y en tercer lugar por Kaplan & Norton (1992) con el cuadro de mando integral y el mapa estratégico.

Dichas aplicaciones han representado una guía para los tomadores de decisiones estratégicas puesto que sus resultados les han permitido comprender los procesos dinámicos en que se encuentran inmersos sus sistemas y que son los que dan lugar a diferencias en su desempeño a través del tiempo y, por ende, en la perdurabilidad de sus organizaciones.

Cabe considerar, por otra parte, que la información que resulta de la aplicación de herramientas gerenciales parece no ser útil ni suficiente para la toma de decisiones estratégicas. Por lo anterior, se pretende que la metodología ESSE facilite a los gerentes la comprensión de las relaciones causa-efecto entre los indicadores existentes y la forma como estas pueden promover el desempeño organizacional.

Por último, se recomienda que durante el proceso de implementación de la metodología ESSE los tomadores de decisiones:

- Reconozcan su incapacidad mental para interpretar toda la dinámica del comportamiento de los sectores estratégicos y para anticipar su comportamiento.
- Se hagan conscientes de los posibles errores de percepción que se pueden presentar en la representación de los modelos por falta de información o de experiencia, y que sus impresiones impactan de una forma importante sobre la efectividad de las políticas y estructuras que resultan del proceso de simulación.
- Muestren flexibilidad al cambio, en tanto que la perdurabilidad de los sectores estratégicos, muy probablemente, residirá en el cambio de las políticas habituales, sobre todo si se desea alterar el comportamiento de dichos sectores y/o en la realización de varios cambios simultáneos en el modelo y/o en la estructura de dicho sistema.
- Hagan énfasis en la identificación de los puntos de apalancamiento del sector estratégico, a fin de comprender la interacción entre las partes del sistema que dan lugar a su desempeño.

Y con relación al desarrollo de la metodología en sí misma las recomendaciones incluyen las siguientes:

- La eficacia de la apuesta estratégica está determinada en gran medida por la interpretación del entorno de las organizaciones, el cual comprende el contexto competitivo, es decir, las estrategias adoptadas por los competidores en el mercado (Gary, Kunc, Morecroft & Rockart, 2008). Este aspecto se contempla en el análisis de los competidores de la

metodología AESE y constituye una de las variables a las que se les debe dar mayor relevancia durante el desarrollo de la metodología ESSE.

- Se han identificado tres patrones en los sistemas sociales cuyo comportamiento la gente no anticipa (Forrester, 1995a) y que deben ser considerados durante la implementación de la metodología ESSE en busca de la mejora del desempeño sectorial: el primero consiste en que los sistemas son *resistentes* a la mayoría de los cambios de políticas que la gente elige en un esfuerzo por alterar su comportamiento, el segundo refiere que los sistemas sociales tienen *puntos de influencia* sensibles a través de los cuales pueden cambiar su conducta, por lo que es relevante identificarlos correctamente, y el tercero hace alusión a que los sistemas sociales presentan un *conflicto entre las consecuencias de un cambio de política en el corto y largo plazo*, pues una política que produce una mejoría rápida generalmente degrada un sistema en el largo plazo, y del mismo modo, las políticas que producen una mejora paulatina pueden deprimir inicialmente el comportamiento de un sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amézquita, J., & Chamorro, K. (2013). Dinámica de sistemas aplicado en el análisis de cadenas productivas agroindustriales en el departamento de Bolívar. *S&T*, 11 (24), 9-26.
- Aracil, J. (1978). *Introducción a la dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza.
- Aracil, J. (1995). *Dinámica de sistemas*. Madrid, España: Publicaciones de ingeniería de sistemas.
- Baena, A., & Olaya, C. (2013). Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integral. *Revista S&T*, 11(24), 9-26 .
- Banham, H. C. (2010). External Environmental Analysis For Small And Medium Enterprises (SMEs). *Journal of Business & Economics Research*, 8(10), 19-25.
- Barber, K., Dewhurst, F., Burns, R., & Rogers, J. (2003). Business-process modelling and simulation for manufacturing management. *Business Process Management Journal*, 9(4), 527-542.
- Barlas, Y., Korkut, G., & Duman, E. (2000). Dynamic simulation for strategic insurance management. *System Dynamics Review*, 16(1), 43-58.
- Bertalanffy, L. V. (1986). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo Cultura Económica.

- Capelo, C., & Ferreira, J. (2009). A system dynamics-based simulation experiment for testing mental model and performance effects of using the balanced scorecard. *System Dynamics Review*, 25 (1), 1–34.
- Clegg, B. (2006). Business process orientated holonic (PrOH) modeling. *Business Process Management Journal*, 12(4), 410-432.
- Cruz, J. P., & Olaya, C. (2008). A System Dynamics Model for Studying the Structure of Network Marketing Organizations. *Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society*. Athens: University of Patras - Panteion University Greece.
- Dangerfield, B., Green, S., & Austin, S. (2010). Understanding construction competitiveness: the contribution of system dynamics. *Construction Innovation*, 10(4), 408-420.
- Dias Blois, H., & Souza, J. C. (2008). Cenários prospectivos ea Dinâmica de sistemas: proposta de um modelo para o sector calcadista. *Administracao de Empresas*, 48(3), 35-45.
- Dirección de Investigaciones. (2012). *Documento descriptivo de las líneas de investigación*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Forrester, J. (1970). Conferencia Internacional sobre Dinámica Mundial. Roma.
- Forrester, J. (1998). *Conferencia: Diseñando el Futuro*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Forrester, J. W. (1958). Industrial Dynamics. *Harvard Business Review*, 36 (4), 37-66.
- Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. Portland OR: Productivity Press.

- Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, 10 (2-3), 245-256.
- Forrester, J. W. (1995a). Counterintuitive behavior of social systems, 73 (3). *Technology Review*, 1-29.
- Forrester, J. W. (1995b). The beginning of system dynamics. *The Mckinsey Quarterly*(4), 4-16.
- Forte, M., Hoffman, J., Lamont, B., & Brockmann, E. (2000). Organizational Form and Environment: An Analysis of Between-Form and Within-Form Responses to Environmental Change. *Strategic Management Journal*, 21(7), 753-773.
- Gary, M. S., Kunc, M., Morecroftc, J. D., & Rockartd, S. F. (2008). System dynamics and strategy. *System Dynamics Review*, 24 (4), 407–429.
- Gilkinson, N., & Dangerfield, B. (2013). Some results from a system dynamics model of construction sector competitiveness. *Mathematical and Computer Modelling*, 57 (9-10), 2032-2043.
- Godet, M. (2000). La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Problemas y métodos. *Cuaderno 5, Prospektiker Futuribles, UNESCO*. España.
- Godet, M., & Durance, P. (2009). La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios. *El Cercle des Entrepreneurs du Futur, Cuaderno del Lipsor*, 10, 1-149.
- Hartman, R. (1969). El método científico de análisis y síntesis. *Diánoia*, 15(15), 1-24.

- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, 69 (1), 71-79.
- Kunc, M. (2010). Revisiting Porter's generic strategies for competitive environments using system dynamics. *Routledge Research in Strategic Management*, 152-170.
- Liao, J., Welsch, H., & Stoica, M. (2008). Environmental Turbulence and scanning behavior: The moderating effects of organizational maturity. *Journal of small business strategy*, 19(1), 15-31.
- López Santana, E. R., & Méndez Giraldo, G. A. (2011). *Modelo de Competencia de un duopolio aplicando dinámica de sistemas*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Lyneis, J. M. (1999). System dynamics for business strategy: a phased approach. *System Dynamics Review*, 15(1), 37-70.
- Mejia, A., Díaz, F., Díaz, G., & Olaya, C. (2007). Ser directo puede traerte problemas, pero ser indirecto también: las realimentaciones en dinámica de sistemas cualitativa y cuantitativa. *Proceedings of the Fifth Latin American System Dynamics Conference*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Miller, D. (1987). The Structural and Environmental Correlates of Business Strategy. *Strategic Management Journal*, 8(1), 55-76.
- MIT, S. D. (1998). *Workshop on Dynamics of Social and Economical Systems*. Universidad Nacional de La Plata.
- Morecroft, J. D., & Sterman, J. D. (1994). *Modeling for learning organizations*. Portland: Productivity Press.
- Morin, E. (1977). *La méthode: La nature de la nature*. Paris: Seuil.

- Olaya, C. (2012). Models that Include Cows: The Significance of Operational Thinking. *Proceedings of the 30th International Conference of the System Dynamics Society*. Switzerland: University of St. Gallen.
- Olaya, C. (2013). *Ingeniería de sistemas sociales y la ciudad como sistema. Programa Líderes x Bogotá*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Olaya, C. (2014). The Scientist Personality of System Dynamics. *Proceedings of the 32nd International Conference of the System Dynamics Society*. The Netherlands: Delft University of Technology.
- Olmo Martínez, R., & Pérez Ríos, J. (1992). Dinámica de sistemas, análisis estructural y dirección estratégica de la empresa. *Dialnet*, (7)(7), 23-42. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es.ez.urosario.edu.co/servlet/oaiart?codigo=786114>
- Porter, M. (1999). *Ser competitivo*. Bilbao : Ediciones Deusto .
- Porter, M. (2004). *Estrategia competitiva*. México : Compañía Editorial Continental.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The Core Competence of the Corporation . *Harvard Business Review*, 68 (3), 79-91.
- Quintero Posso, D., & López Muriel, S. (2010). Análisis estructural: un apoyo para el modelado con dinámica de sistemas. *Avances en sistemas e informática*, 7(3), 153-161.
- Quintero Posso, D., & López Muriel, S. (Diciembre de 2010). Análisis estructural: un apoyo para el modelado con dinámica de sistemas. *Avances en sistemas e informática*, 7(3), 153-161.

- Raymond-Alain Thietart. (2001). *Doing Management Research*. London: SAGE Publications.
- Restrepo, L. F. (2004). *Interpretando a Porter, Facultad de administración y negocios*. Bogotá: Centro Editorial Universidad del Rosario.
- Restrepo, L. F. (2006). Análisis Estructural de Sectores Estratégicos. *Universidad y Empresa*, 5 (10), 114-141.
- Restrepo, L. F., & Rivera, H. A. (2008). *Análisis Estructural de Sectores Estratégicos*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Rodrigues, L. L., Dharmaraj, N., & Shrinivasa Rao, B. (2006). System dynamics approach for change management in new product development. *Management Research News*, 29(8), 512-523.
- Rufat-Latre, J. (1994). Strategy and Systems Thinking Through Dynamic Storytelling Conference. *International Systems Dynamic Conference*, (págs. 45-54). Texas.
- Schmidt, M. J., & Shayne Gary, M. (2002). Combining system dynamics and conjoint analysis for strategic decision making with an automotive high-tech SME. *System Dynamics Review*, 18(3), 359-379.
- Schwaninger, M. (2009). Model-Based Management (MBM):A Research Agenda. *Institute of Management Discussion Paper*, 1-19.
- Senge, P. (1998). *La quinta disciplina*. Buenos Aires: Ediciones Granica.
- Senge, P., Ross, R., Smith, B., & Roberts, C. y. (1995). *La quinta disciplina en la práctica*. Barcelona: Granica.

- Sirius, J. A., Godet, M., Meunier, F., & Roubelat, F. (2003). Structural Analysis with the MICMAC Method & Actor's Strategy with MACTOR Method. *Futures Research Methodology*, 2, 1-70.
- Sirius, J. A., Godet, M., Meunier, F., & Roubelat, F. (2004). Análisis estructural con el método MICMAC, y estrategia de los actores con el método MACTOR.
- Sotaquirá Gutiérrez, R., & Ariza Zabala, G. C. (2005). Mejorando la reutilización de modelos de simulación de Dinámica de Sistemas. *Ingeniería y competitividad*, 7(1), 81-89.
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Stevenson, B. W. (2012). Application Of Systemic And Complexity Thinking In Organizational Development. *Emergence: Complexity & Organization*, 14(2), 86-99.
- Torres, N., & Olaya, C. (2010 ). Tackling the Mess: Causal-Loop Conceptualization of Solid Waste Management Systems through Cross-Impact Analysis. *Proceedings of the 28th International Conference of the System Dynamics Society*. Seoul.
- Van Gils, A., Voordeckers, W., & Van Den Heuvel, J. (2004). Environmental Uncertainty and Strategic Behavior in Belgian Family Firms. *European Management Journal*, 22(5), 588–595.
- Warren, K. (1999a). The Dynamics of Strategy. *Business Strategy Review*, 10 (3), 1-16.
- Warren, K. (1999b). The Dynamics of Rivalry. *Business Strategy Review*, 10 (4), 1-14.

Weil, H. B. (2007). Application of system dynamics to corporate strategy: an evolution of issues and frameworks. *System Dynamics Review*, 23 (2-3), 137–156.