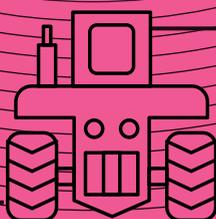
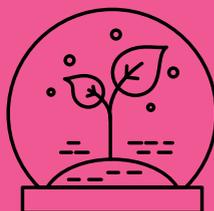
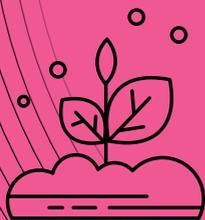


DINÁMICA DE SISTEMAS

Una Metodología para la Construcción
de Modelos de Toma de Decisiones en
Sectoros Agroindustriales

Carmelina Cadenas Anaya
Wilfredo Guaita



DINÁMICA DE SISTEMAS

Una Metodología para la Construcción
de Modelos de Toma de Decisiones en
Sectoros Agroindustriales

Carmelina Cadenas Anaya,
Wilfredo Guaita



© Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

**DINÁMICA DE SISTEMAS: UNA METODOLOGÍA
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS
DE TOMA DE DECISIONES EN SECTORES
AGROINDUSTRIALES**

E-ISBN: 978-958-5142-10-7
Digital ISBN: 978-958-5142-69-5

Editorial Politécnico Grancolombiano
Calle 61 No. 7 - 66
Tel: 7455555, Ext. 1516
Bogotá, Colombia

AUTORES

Carmelina Cadenas Anaya
Wilfredo Guaita

DIRECTOR EDITORIAL

Eduardo Norman Acevedo

ANALISTA DE PRODUCCIÓN EDITORIAL

Carlos Eduardo Daza Orozco

CORRECCIÓN DE ESTILO

Rosario Gómez

DISEÑO Y ARMADA ELECTRÓNICA

Kilka Diseño Gráfico

¿CÓMO CITAR ESTE LIBRO?

Guaita, W.; Cadenas-Anaya, C (2020). Dinámica de sistemas: una metodología para la construcción de modelos de toma de decisiones en sectores agroindustriales. Bogotá: Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su tratamiento en cualquier forma o medio existentes o por existir, sin el permiso previo y por escrito de la Editorial de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

Para usos académicos y científicos, la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano accede al licenciamiento Creative Commons del contenido de la obra con: Atribución – No comercial – Sin derivar - Compartir igual.

El contenido de esta publicación se puede citar o reproducir con propósitos académicos siempre y cuando se indique la fuente o procedencia.

Las opiniones expresadas son responsabilidad exclusiva del autor(es) y no constituye una postura institucional al respecto.

La Editorial del Politécnico Grancolombiano pertenece a la Asociación de Editoriales Universitarias de Colombia (ASEUC).

El proceso de Gestión editorial y visibilidad en las Publicaciones del Politécnico Grancolombiano se encuentra CERTIFICADO bajo los estándares de la norma ISO 9001: 2015 código de certificación ICONTEC: SC-CER660310

Creado en Colombia
Todos los derechos reservados

Tabla de contenido

Siglas y Acrónimos	13
Introducción	20

Capítulo I

Sistemas, Modelos y Simulación	24
Sistemas	25
Modelos	29
<i>Modelo de Simulación de Eventos Discretos</i>	31
<i>Aplicaciones en manufactura</i>	33
<i>Aplicaciones en transporte y cadenas de suministro</i>	34
<i>Modelo de Simulación de Procesos Continuos</i>	36
Otros conceptos básicos sobre Dinámica de Sistemas	47
<i>Los lazos de retroalimentación</i>	50
<i>Representación de diversos comportamientos del sistema</i>	52

Capítulo II

Identificación de un comportamiento interesante desde la Perspectiva Sistémica	56
Situación problema no estructurada	59
Situación problema expresada	59
La Visión enriquecida	61
<i>Definiciones Raíz</i>	64
<i>PATCRW</i>	66

Capítulo III

Articulación del problema (<i>Boundary Selection</i>)	68
---	----

Capítulo IV

Estructuración del esquema inicial del Modelo	70
---	----

Capítulo V

Formulación del Modelo de Simulación	72
Modelado de Sistemas Dinámicos	73
Marco conceptual para la deducción del Modelo de Flujo o Diagrama de Forrester y de las ecuaciones diferenciales de primer orden	74
<i>Bucle de retroalimentación negativa</i>	86
<i>Bucle de retroalimentación positiva</i>	88

Capítulo VI

Prueba de validación del Modelo	90
Jerarquización de la validación del Modelo	92
<i>Validación de la estructura</i>	94
<i>Validación de escenarios</i>	95
<i>Validación de expertos</i>	95

Capítulo VII

Softwares de Simulación	96
Definición y conceptos básicos Vensim	97
<i>Estructura y funcionamiento</i>	98
<i>Delta de Tiempo (DT)</i>	98
<i>Definición y conceptos básicos Powersim</i>	100

Capítulo VIII

Casos prácticos	102
Revisión de la función de planificación en Colombia	103
<i>Análisis del Modelo de Planificación por Proyectos de Colombia</i>	103
<i>Definición Raíz (DR)</i>	110
<i>Construcción del Modelo Conceptual</i>	112
Cadena de suministro (CS) madera – muebles	112
<i>Estructura de la cadena de suministro madera – muebles</i>	113
<i>Modelo Causal de la cadena de suministro madera – muebles</i>	113
<i>Modelo Informático de la cadena de suministro madera – muebles</i>	117
<i>Resultado y discusión de los Ensayos de la cadena de suministro madera – muebles</i>	119
<i>Ensayo 1. Pedidos constantes de clientes</i>	119
<i>Resultados del Ensayo 1</i>	121
<i>Ensayo 2. Pedidos constantes de clientes con ajuste en política de inventario</i>	124
<i>Resultados del Ensayo 2</i>	126
<i>Ensayo 3. Pedidos constantes de clientes con doble ajuste en política de inventario</i>	129
<i>Resultados del Ensayo 3</i>	131
<i>Ensayo 4. Pedidos en crecimiento tipo escalón</i>	134
<i>Resultados del Ensayo 4</i>	137
<i>Ensayo 5. Pedidos en crecimiento tipo logística</i>	140
<i>Resultados del Ensayo 5</i>	142
<i>Ensayo 6. Pedidos en declinación acelerada</i>	145
<i>Resultados del Ensayo 6</i>	147
Cadena de suministro leche - quesos blandos	150

<i>Estructura de la cadena de suministro leche – quesos blandos</i>	<i>150</i>
<i>Modelo Causal o de Influencia de la cadena de suministro leche – quesos blandos</i>	<i>151</i>
<i>Modelo Informático en la cadena de suministro leche-quesos blandas</i>	<i>155</i>
<i>Resultado y discusión de los ensayos en la cadena de suministro leche - quesos blandos.</i>	<i>157</i>
<i>Ensayo 1. Pedidos constantes de clientes.</i>	<i>157</i>
<i>Resultados del Ensayo 1</i>	<i>159</i>
<i>Ensayo 2. Pedido constante de clientes con ajuste en política de inventario</i>	<i>162</i>
<i>Resultados del Ensayo 2</i>	<i>164</i>
<i>Ensayo 3. Pedidos en crecimiento tipo escalón</i>	<i>166</i>
<i>Resultados del Ensayo 3</i>	<i>169</i>
<i>Ensayo 4. Pedidos en crecimiento tipo logística</i>	<i>171</i>
<i>Resultados del Ensayo 4</i>	<i>173</i>
<i>Ensayo 5. Pedidos en declinación acelerada</i>	<i>178</i>
<i>Resultados del Ensayo 5</i>	<i>180</i>
<i>Sistema Pedido – Producción – Entrega.</i>	<i>182</i>
<i>Modelo Esquemático del Proceso Pedido – Producción – Entrega.</i>	<i>184</i>
<i>Modelo de Relaciones Causales.</i>	<i>185</i>
<i>Resultados del Modelo Informático.</i>	<i>187</i>
<i>Ensayo en el cual se aceptan todos los pedidos recibidos.</i>	<i>188</i>
<i>Ensayo con aumento de 20 a 30 unidades de pedidos</i>	<i>190</i>
<i>Ensayo con incremento de capacidad de recepción de materia prima</i>	<i>193</i>
<i>Ensayo con pérdida de mercado acelerada</i>	<i>194</i>
<i>Discusión de Resultados</i>	<i>197</i>

Sistema de Gestión de Proyectos (GEPI)	199
<i>Modelo Conceptual GEPI de lazos causales - Gerencia</i>	
<i>Estratégica de proyectos para industrias</i>	200
<i>Bucles del Modelo</i>	202
<i>Modelo de flujo de la Gerencia estratégica de proyectos</i>	
<i>para industrias (GEPiF)</i>	208
<i>Ecuaciones del Modelo GEPiF</i>	212
<i>Variables y parámetros del Modelo de Flujo GEPiF</i>	
<i>en lenguaje Vensim</i>	213
<i>Variables de nivel</i>	214
<i>Variables tasas o variables de flujo</i>	215
<i>Variables auxiliares</i>	218
<i>Constantes</i>	222
<i>Asignar valores a los parámetros del Modelo</i>	223
<i>Análisis de resultados</i>	224
<i>Análisis de escenarios</i>	224
<i>Ensayo 1</i>	224
<i>Ensayo 2</i>	225
<i>Discusión de resultados</i>	227
Anexo 1	230
<i>Ejercicio para la Metodología de los Sistemas Suaves (SSM)</i> .	230
<i>Ejercicio de niveles y tasas</i>	231
Referencias	234

Lista de figuras

Figura 1. Círculo Causal Reforzador	26
Figura 2. Círculo Causal Compensador	27
Figura 3. Círculo Compensador con demora.....	27
Figura 4. Límites del crecimiento	29
Figura 5. Desplazamiento de la carga	30
Figura 6. Proceso de transformación para producir una Visión Enriquecida.....	46
Figura 7. Símil hidrodinámico de un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden	55
Figura 8. Conexión entre las variables de nivel (de estado) y los puntos de decisión (variables de flujo)	57
Figura 9. Símbolos utilizados originalmente en los Diagramas de Forrester	58
Figura 10. Representación de un flujo de un Diagrama de Forrester.....	60
Figura 11. Conexión de un Nivel N a los flujos de entrada (FE) y a los flujos de salida (FS)	61
Figura 12. Representación en un Diagrama de Forrester de un Flujo F cuyo valor viene dado por una tasa normal TN afectada por un multiplicador M.....	62
Figura 13. Elementos básicos de un bucle de retroalimentación negativa elemental	63
Figura 14. Diagrama de Forrester de un sistema elemental de retroalimentación negativa	64
Figura 15. Elementos básicos de un bucle de retroalimentación positiva elemental.....	65
Figura 16. Diagrama de Forrester de un sistema elemental de retroalimentación positiva.....	66

Figura 17. Jerarquía de validación del modelo	69
Figura 18. Tablas de instrucciones de salida y especificaciones de operación del modelo.	72
Figura 19. Proceso de Planificación para el Desarrollo	74
Figura 20. Relaciones Institucionales para la Planificación	75
Figura 21. Lógica de articulación de la Visión a la Práctica: de lo macro a lo micro.	75
Figura 22. Constitución Política de Colombia de 1991	76
Figura 23. Ley Orgánica del Plan de Desarrollo: Ley 152 de 1994	77
Figura 24. Presupuesto General de la Nación. Decreto 111 de 1996	78
Figura 25. Cadena de suministro madera - muebles.	82
Figura 26. Suplidor de materia prima.	83
Figura 27. Carpintería y distribución de productos terminados.	85
Figura 28. Capacidad de despacho en DPT	86
Figura 29. Modelo Informático de la cadena de suministro madera – muebles	87
Figura 30. Tasas	90
Figura 31. Niveles	90
Figura 32. Niveles de Capacidad	91
Figura 33. Tasas	94
Figura 34. Niveles.	94
Figura 35. Niveles de Capacidad	95
Figura 36. Tasas	98
Figura 37. Niveles	98
Figura 38. Niveles de Capacidad	98
Figura 39. Tasas	101
Figura 40. Niveles	101
Figura 41. Niveles de Capacidad	102
Figura 42. Tasas	105

Figura 43. Niveles	105
Figura 44. Niveles de Capacidad	106
Figura 45. Tasas	108
Figura 46. Niveles	108
Figura 47. Niveles de Capacidad	109
Figura 48. Cadena de suministro leche – quesos blandos	110
Figura 49. Centro Lácteo o suplidor de materia prima	111
Figura 50. Quesería y DPT	113
Figura 51. Capacidad de despacho en DPT	114
Figura 52. Modelo Informático de la cadena de suministro leche – quesos blandos	115
Figura 53. Tasas	118
Figura 54. Niveles	118
Figura 55. Niveles de Capacidad	119
Figura 56. Tasas	122
Figura 57. Niveles	122
Figura 58. Niveles de Capacidad	122
Figura 59. Tasas	125
Figura 60. Niveles	125
Figura 61. Niveles de Capacidad	126
Figura 62. Tasas	128
Figura 63. Niveles	128
Figura 64. Niveles de Capacidad	129
Figura 65. Tasas	130
Figura 66. Niveles	130
Figura 67. Niveles de Capacidad	130
Figura 68. Tasas	133
Figura 69. Niveles	133

Figura 70. Niveles de Capacidad.....	133
Figura 71. Modelo Esquemático del Proceso Pedido – Producción – Entrega.....	136
Figura 72. Relaciones casuales del Proceso Pedido – Producción – Entrega.....	138
Figura 73. Modelo Informático del proceso Pedido – Producción – Entrega.....	139
Figura 74. Variaciones de Tasas.....	140
Figura 75. Variaciones de Niveles.....	140
Figura 76. Variaciones de Tasas.....	141
Figura 77. Variaciones de Niveles.....	141
Figura 78. Variaciones de Tasas.....	143
Figura 79. Variaciones de Niveles.....	143
Figura 80. Variaciones de Tasas.....	144
Figura 81. Variaciones de Niveles.....	144
Figura 82. Modelo Conceptual de Gerencia Estratégica de Proyectos para industrias (GEPI).....	148
Figura 83. Modelo de Flujo de la Gerencia Estratégica de Proyectos (GEPF).....	155
Figura 84. Ensayo 1. Sector avícola.....	169
Figura 85. Ensayo 2. Sector avícola.....	170
Figura 86. Producción Avícola 2005 – 2018.....	172

Lista de tablas

Tabla 1. Transformaciones una a una que implican opiniones diferentes del mundo	47
Tabla 2. Legalidad e instrumentos de Planificación en Colombia.	76
Tabla 3. Estructura del Plan de Desarrollo	78
Tabla 4. Fórmula PQR para el proceso de formulación presupuestaria de portafolio de proyectos del estado Colombiano.	88

Siglas y Acrónimos

AGFI:	Adjusted Goodness of Fit Index.
APM:	Association for Project Management.
CBD:	Competencias Básicas Distintivas.
CL:	Cadena Logística
CS:	Cadena de Suministro.
CSMM:	Cadena de Simulación de Madera-Muebles
DPT:	Despacho de Producto Terminado
DR:	Definición Raíz.
DS	Dinámica de Sistemas.
EA:	Arquitectura Empresarial.
EDO:	Ecuación Diferencial Ordinal.
EPE:	Empresas Propiedad del Estado.
FE:	Flujo de Entrada.
FS:	Flujo de Salida.
GFI:	Goodness of Fit Index.
GEPI:	Modelo conceptual de Gerencia Estratégica de Proyectos para Industrias.
GEPIF:	Modelo de Flujo de la Gerencia Estratégica de Proyectos para Industrias.
GoGP:	Gobierno de la Gestión de Proyectos.
ID:	Investigación y Desarrollo
I+D+i:	Investigación, Desarrollo e innovación.
MoP:	Manage of Portfolios.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

ONUUDI:	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
EPMO:	Oficina de Gestión de Portafolios de Proyectos Estratégicos.
MIT:	Massachusetts Institute of Technology
P3O:	Oficina de Programas, Proyectos y Portafolios.
PE:	Planificación estratégica.
PMI:	Project Management Institute.
PMO:	Oficina de Gerencia de Proyectos.
PND:	Plan Nacional de Desarrollo.
PPE:	Pedido-Producción-Entrega
PPI:	Portafolio de Proyectos de las Industrias.
PPP:	Proyectos, Programas y Portafolios.
PRINCE2:	PRojects IN Controlled Environment.
PVI:	Problema de valor inicial.
RAE.	Real Academia Española.
SMP:	Suplidor de Materia Prima
SNM:	Strategic Niche Management.
SSM:	Soft Systems Methodology.
TIC:	Tecnologías de Información y Comunicación.
TIR:	Tasa Interna de Retorno de Inversión.

Símbolos

d:	día
dt:	diferencial del Tiempo
h:	horas
kg:	kilogramos
kg/d:	kilogramos/día
kg/h/d:	kilogramos/hora/día
kg/p/s:	kilogramos/productos/segundo
kg/p/d	kilogramos/productos/despachados
l:	litros
l/d:	litros/día
mp:	materia prima
pt:	producto terminado
q/d:	quesos/día
s:	segundos
u/h/d:	unidades/hora/día
u/h/s:	unidades/horas/segundos
u/s:	unidades/segundos
UP:	Unidad de Pedido

Agradecimientos

Estamos especialmente agradecidos con la Dra. Rita Añez, Rectora de la Universidad Nacional Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO) por su generosa colaboración con la realización de esta investigación dentro del programa de Estudios Doctorales de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO), Vicerrectorado Puerto Ordaz.

Desde lo personal agradecemos la colaboración de los equipos de trabajo de las redes de producción de leche – quesos blandos, madera - muebles y del equipo de la Secretaría de Planificación de la Gobernación de Cundinamarca.

La financiación para la realización de este libro ha sido concedida por la Editorial de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, a quien extendemos nuestro agradecimiento.

Sistemas, modelos y simulación, conforman en su conjunto la teoría, los métodos y las herramientas suficientes para que la nueva gerencia y/o la gerencia posmoderna hagan uso sin limitaciones de ellos, con la intención de reducir la incertidumbre y tomar decisiones apropiadas en pro del crecimiento de la organización.

Vale la pena recordar que con el término Teoría:

Se alude a un conjunto fundamental de proposiciones acerca del funcionamiento del mundo, el cual se ha sometido a repetidas verificaciones y se ha ganado cierta confianza. Nuestra palabra Teoría deriva de la raíz griega *theo-rós*, que significa espectador. Ella proviene de la misma raíz que la palabra *teatro*. Los seres humanos inventamos teorías por las mismas razones por las cuales hemos inventado el teatro: para escenificar en un espacio público ideas que nos ayuden a comprender el mundo (Senge, 1995: 30).

El proceso por el cual los investigadores generan nuevas teorías está lleno de pasión, de imaginación y de la alegría de observar algo nuevo en el mundo. Como ha dicho Buckminster Fuller: *la ciencia consiste en poner orden los datos de nuestra experiencia*. Partiendo de este hecho, las nuevas teorías penetran en el mundo de los asuntos prácticos cuando se traducen en métodos y herramientas. *Método* deriva del griego *méthodos* que significa buscar objetivos específicos. Esta palabra evolucionó hasta cobrar su significado actual: un conjunto de procedimientos y técnicas sistemáticas para abordar asuntos y problemas determinados, por ejemplo, la *Dinámica de Sistemas*.

En la misma línea, las *herramientas* aluden a un objeto, pero aquí se aplica este concepto por extensión a todo utensilio mental que permita realizar una tarea, como es el caso de los *Círculos Causales* que existen

para modelar y simular otras herramientas que de alguna manera someten la Teoría de Sistemas a verificaciones prácticas, lo cual permite a la vez el afinamiento de la teoría. Este ciclo continuo -creación de teorías, desarrollo y aplicación de métodos y herramientas prácticas basadas en las teorías, obtención de nuevas perspectivas que mejoran las teorías- es el motor que impulsa el crecimiento en ciencia y tecnología (Senge, 1995: 32), es decir, *Círculos Causales de Crecimiento y de Estabilización*.

Por otro lado, *el Pensamiento Sistémico y las herramientas de los Arquetipos Sistémicos* se basan precisamente en una metodología general, desarrollada por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en los últimos cincuenta años, llamada, como ya se mencionó, *Dinámica de Sistemas*, y procura entender cómo la estructura de retroalimentación de los sistemas complejos genera pautas de conducta, o sea que la estructura hace la conducta.

La metodología se basa a su vez en la *Teoría de los Sistemas Complejos de Retroalimentación* que se ha desarrollado en ingeniería en el último siglo y medio. Una parte de la teoría describe que los *sistemas complejos suponen procesos de retroalimentación de refuerzo y equilibrio*. (Senge, 1995: 35)

En este trabajo, se presenta una serie de pasos, o sea una metodología, para desarrollar modelos causales con o sin la ayuda de arquetipos y modelos informáticos, con el fin de simular escenarios en atención al ajuste de políticas aplicables a cualquier organización de cualquier sector, sea Agroindustria, Manufactura, Servicios y Conocimientos. Estas políticas generales abarcan operaciones de proceso, capacidad, inventario, fuerza de trabajo, calidad y otras que pudiesen aparecer.

En la parte final se muestran algunos modelos desarrollados a lo largo de nuestras investigaciones, en las cuales se ha utilizado *Dinámica de Sistemas*.

Desde hace algunas décadas se ha venido hablando de la Simulación en Computadoras como la herramienta para lograr el análisis dinámico de un sistema, y que permite a la Gerencia tomar decisiones adelantándose a la aparición de los problemas, tanto administrativos como operacionales.

La Simulación es la herramienta para construir el modelo computarizado, que permite efectuar el análisis dinámico del comportamiento del sistema, tanto en las condiciones actuales como en situaciones hipotéticas futuras, que probablemente reflejen los planes o proyectos del ente gerencial.

Este trabajo se fundamenta en estudios para la Construcción de Modelos de Dinámica de Sistemas en Empresas Agroindustriales, para lo cual se presenta un análisis de las etapas correspondientes.

Se puede entender como modelo de un sistema toda la información obtenida sobre las características y componentes de dicho sistema, de su estructura y comportamiento con respecto al medio que lo rodea, lo que permite crear una representación mental del mismo. Cuando estos modelos mentales deben comunicarse a otras personas surge la necesidad de la representación física o abstracta de tales modelos. En resumen, un modelo es la representación simplificada de un objeto o sistema, y cuando se plantean situaciones hipotéticas del funcionamiento del sistema en cualquier momento o situación, se entiende como simulación del comportamiento en el modelo que lo representa.

Los modelos continuos se caracterizan por representar la evolución de las variables de interés en forma continua. En general, utilizan ecuaciones diferenciales ordinarias si se considera simplemente la evolución de una propiedad con respecto al tiempo. El análisis de este tipo de modelos de simulación está sustentado por los lazos de retroalimentación y el concepto de eventos fortuitos, causales de las metas alcanzadas.

Los lazos de retroalimentación pueden ser positivos, como en los procesos de crecimiento, en los cuales un resultado genera un crecimiento mayor positivo o negativo; son inseparables, lo que conduce a alcanzar una meta deseada, corrigiendo su rumbo cada vez que se obtienen resultados que no son exactamente los planteados, hasta lograr que el funcionamiento del sistema alcance dicha meta. En este tipo de modelos, la estructura del sistema y su comportamiento son igualmente inseparables, lo que lleva al *concepto de causalidad, representado por los diagramas circulares de causa-efecto o de retroalimentación.*

Con estos modelos se pueden describir fluctuaciones que se representan en los niveles de producción empresarial, capacitación o crecimiento y decrecimiento de mano de obra, en percepciones de calidad de servicio, en niveles de entrega de productos y ventas, en generación de conocimientos, rendimiento escolar, cambios en conducta infantil, en el desarrollo del autismo en sus distintas fases, etc., tanto para cualquier tipo de empresa, como para escuelas, universidades o servicios de utilidad pública.

El concepto de evento discreto tiene por finalidad identificar sistemas en los que los eventos que cambian su estado ocurren en instantes espaciados en el tiempo, a diferencia de los sistemas cuyo estado puede cambiar continuamente en el tiempo (como la posición de un auto en movimiento). Aunque aparentemente simples, los modelos de procesos continuos pueden simular muchos de los fenómenos que enfrentan los responsables de la administración de los procesos productivos en una empresa de manufactura o servicio; se plantean aquí algunos ejemplos:

- *Los inventarios de cualquier producto solo se alteran ante la ocurrencia de alguno de dos eventos: (1) ingreso de un lote de abastecimiento, o (2) retiro de cierta cantidad del producto para satisfacer el pedido de un cliente.*
- *La matrícula escolar aumenta por el ingreso y disminuye por el egreso o la deserción escolar.*

- *El rendimiento estudiantil se incrementa o decae por la calidad de los profesores o por el manejo de la dirección.*
- *El dinero disponible en cualquier cuenta bancaria solo puede cambiar como consecuencia de un depósito o de un retiro.*

Tanto los modelos continuos como los modelos de eventos discretos tienen extensa aplicación en los sistemas productivos, bien sean de tipo Agroindustrial, Manufactura, Servicio o Educativo. Conviene recordar que un sistema productivo puede ser definido como un elemento capaz de transformar recursos de entrada o *inputs* como materiales, mano de obra, máquinas, instalaciones, procesos, información, etc., en salidas (*outputs*) como productos y/o servicios.

Este sistema productivo de Entrada/Transformación/Salida está imbuido en la tradicional visión sistémica para la actividad de manufactura, muy referenciada en los últimos años, y muchos autores especialistas en el tema han abogado porque el concepto de sistema productivo deba ser visto en forma amplia, abarcando incluso otras funciones además de la manufactura, tales como el transporte responsable de los cambios de localización, los suministros en el contexto de las cadenas de suministro, los servicios educativos o de salud pública e infraestructura urbana, y los múltiples servicios y conocimientos responsables de los tratamientos que no se pueden categorizar en ninguna de las anteriores. En el marco de estas funciones ya mencionadas existe un manejo de políticas susceptibles de ser manipuladas para mejorar los procesos, la producción y la productividad en general.

En conclusión, uno de los objetivos de este libro es construir modelos de dinámica de sistemas bajo una metodología de fácil comprensión para el lector, contemplando en su estructura una información teórica de sistemas básica, modelos y simulación, luego los pasos fundamentales para construir modelos de dinámica y finalmente, la caracterización del software de simulación Vensim.

