

## INDICE

<b>Capítulo 1.</b>	
<b>Los Sistemas y los modelos</b>	
1.1. Introducción .....	3
1.2. Enfoque Sistémico .....	4
1.3. Sistema .....	6
1.4. Sistemas Complejos .....	7
1.5. Modelos .....	8
Referencias.....	8
<b>Capítulo 2.</b>	
<b>Modelamiento Causal</b>	
2.1. Aspectos para modelación causal .....	11
2.1.1. Pensar en términos de relaciones causa – efecto .....	11
2.1.2. Centrarse en las relaciones de realimentación entre los componentes del sistema .....	13
2.1.2.1. Ciclo de Reforzamiento.....	14
2.1.2.2. Ciclo de Balance.....	14
2.1.3. Determinar los límites apropiados para decidir los elementos a incluir en el estudio .....	16
2.1.4. Elegir adecuadamente las unidades de tiempo y retardo .....	16
2.2. Patologías (Arquetipos Sistémicos) .....	19
2.2.1. Resistencia al cambio .....	19
2.2.2. Erosión de objetivos.....	20
2.2.3. Adicción simple .....	21
2.2.4. Adicción con paso de la carga al factor externo .....	22
2.2.5. Efectos a corto y a largo plazo.....	22
2.2.6. Límites del crecimiento.....	23
2.2.7. Éxito para el que tiene éxito.....	24
2.2.8. Escalada .....	25
2.2.9. Tragedia del territorio común .....	26
2.2.10. Crecimiento y subinversión .....	27
2.3. Conexiones entre Arquetipos.....	28
Referencias.....	29

### Capítulo 3.

#### Modelación Dinámica de Sistemas: Conceptualización

3.1. Dinámica de Sistemas .....	33
3.2. Definiciones de Dinámica de Sistemas .....	34
3.3. La filosofía de la dinámica de sistemas .....	35
3.4. Etapas de modelación de Dinámica de Sistemas .....	36
3.5. Conceptualización de Modelos de Dinámica de Sistemas .....	37
3.5.1. Propósito del modelo .....	38
3.5.2. Frontera del modelo .....	39
3.5.3. Modos de referencia .....	41
3.5.4. Mecanismos básicos.....	44
Referencias.....	46

### Capítulo 4.

#### Modelación Dinámica de Sistemas: Formulación

4.1. Diagrama Flujos (Flujo-nivel, DS o Forrester) .....	49
4.2. Modelo matemático .....	50
4.3. Ecuaciones .....	51
4.4. Estructuras genéricas básicas.....	52
4.4.1. Realimentación lineal positiva de primer orden .....	52
4.4.2. Realimentación lineal negativa de primer orden.....	56
4.5. Estructuras genéricas de sistemas complejos.....	61
4.5.1. Añadiendo flujos constantes .....	61
4.5.1.1. Realimentación positiva con flujo de salida constante.....	62
4.5.1.2. Realimentación negativa con flujo de entrada constante.....	64
4.5.2. Combinación de sistemas de realimentación .....	67
4.5.2.1. Combinación de sistemas de realimentación con fracciones constantes idénticas .....	67
4.5.2.2. Combinación de sistemas de realimentación con fracciones constantes diferentes.....	68
4.5.2.3. Combinación de sistemas de realimentación con realimentación No Lineal.....	69
4.5.2.4. Combinación de sistemas de realimentación No Lineal con Función gráfica .....	71
4.5.3. Realimentación de orden Superior .....	73
4.5.3.1. Ciclos de segundo orden .....	73
4.5.3.2. Ciclos de tercer orden.....	75
4.5.3.3. Ciclos de cuarto orden .....	77
4.6. Ejemplo de formulación.....	79
Referencias.....	81

**Capítulo 5.****Modelación Dinámica de Sistemas: Prueba e Implementación**

<b>5.1. Prueba</b> .....	85
5.1.1. Simular el modelo y probar las hipótesis dinámicas .....	85
5.1.2. Probar las suposiciones del modelo (Validación del modelo)	87
5.1.2.1. Pruebas de estructura directa .....	87
5.1.2.1.1. Pruebas de confirmación de la estructura .....	88
5.1.2.1.2. Pruebas de confirmación de parámetros .....	88
5.1.2.1.3. Prueba en condiciones extremas .....	88
5.1.2.1.4. Pruebas de consistencia dimensional .....	88
5.1.2.2. Pruebas de comportamiento orientadas a estructura .....	89
5.1.2.2.1. Prueba de condiciones extremas .....	89
5.1.2.2.2. Prueba de sensibilidad de comportamiento....	89
5.1.2.2.3. Predicción de la modificación del comportamiento .....	89
5.1.2.2.4. Prueba de relación de fase .....	89
5.1.2.2.5. Análisis de las características cualitativas .....	89
5.1.2.2.6. Prueba de Turing .....	89
5.1.2.3. Pruebas de la precisión del modelo (patrón de comportamiento) .....	90
5.1.2.3.1. Pruebas de predicción de patrones de comportamiento .....	92
5.1.2.3.2. El empleo de pruebas estadísticas .....	93
5.1.2.4 Validación del modelo ejemplo .....	96
5.1.3. Probar el comportamiento del modelo y su sensibilidad a perturbaciones .....	98
<b>5.2. Implementación</b> .....	100
5.2.1. Probar la respuesta del modelo a diferentes políticas o entornos (Explotación del modelo) .....	100
5.2.2. Traducir las conclusiones del estudio a una forma accesible a la gente común .....	102
<b>Referencias</b> .....	103

**Capítulo 6.****Casos de Estudio**

<b>6.1. Cadena productiva del proyecto de desarrollo de llamas (Jorge Mollo)</b> .....	107
6.1.1. Conceptualización del modelo .....	107
6.1.2. Formulación del modelo .....	111
6.1.3. Prueba del modelo .....	114

6.1.4. Implementación del modelo .....	114
6.2. Administración académica de una carrera universitaria (Claudia Velásquez Ríos) .....	117
6.2.1. Conceptualización del modelo .....	117
6.2.2. Formulación del modelo.....	120
6.2.3. Prueba del modelo .....	121
6.2.4. Implementación del modelo .....	124
6.3. Estrategias de desarrollo empresarial (Magín Morales Carvajal)....	126
6.3.1. Conceptualización del modelo .....	126
6.3.2. Formulación del modelo.....	130
6.3.3. Prueba del modelo. ....	133
6.3.4. Implementación del modelo .....	136
Referencias.....	140