

# Modelo

---

- Es una representación de la realidad

Tenemos un sistema que necesitamos reproducir mediante un modelo: Esquemas, grafos, dibujos, maquetas, modelos físicos, o modelos matemáticos



# Simular

---

Una definición simple puede ser:

- Hacer evolucionar un Modelo para observar su comportamiento a través del tiempo.

Otras definiciones.....



# Simulación

---

Es el proceso de construir un programa de computadora que describa el comportamiento del sistema de interés, o refleje el **modelo** que lo representa, y proceder a experimentar con el programa o modelo para llegar a conclusiones que apoyen la toma de decisiones.



# Simulación

---

- Es “FINGIR”
- Es llegar a la esencia de algo prescindiendo de la realidad.
- Es la técnica de resolver problemas siguiendo los cambios en el tiempo de un modelo (dinámico o no).



# Simulación

---

Es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso, y conducir experimentos con ese modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar estrategias con las cuales se puede operar el sistema.

- Robert E. Shannon



# Simulación

---

Es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Que involucren ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos períodos de tiempo.

- H. Maisel y G. Gnugnoli



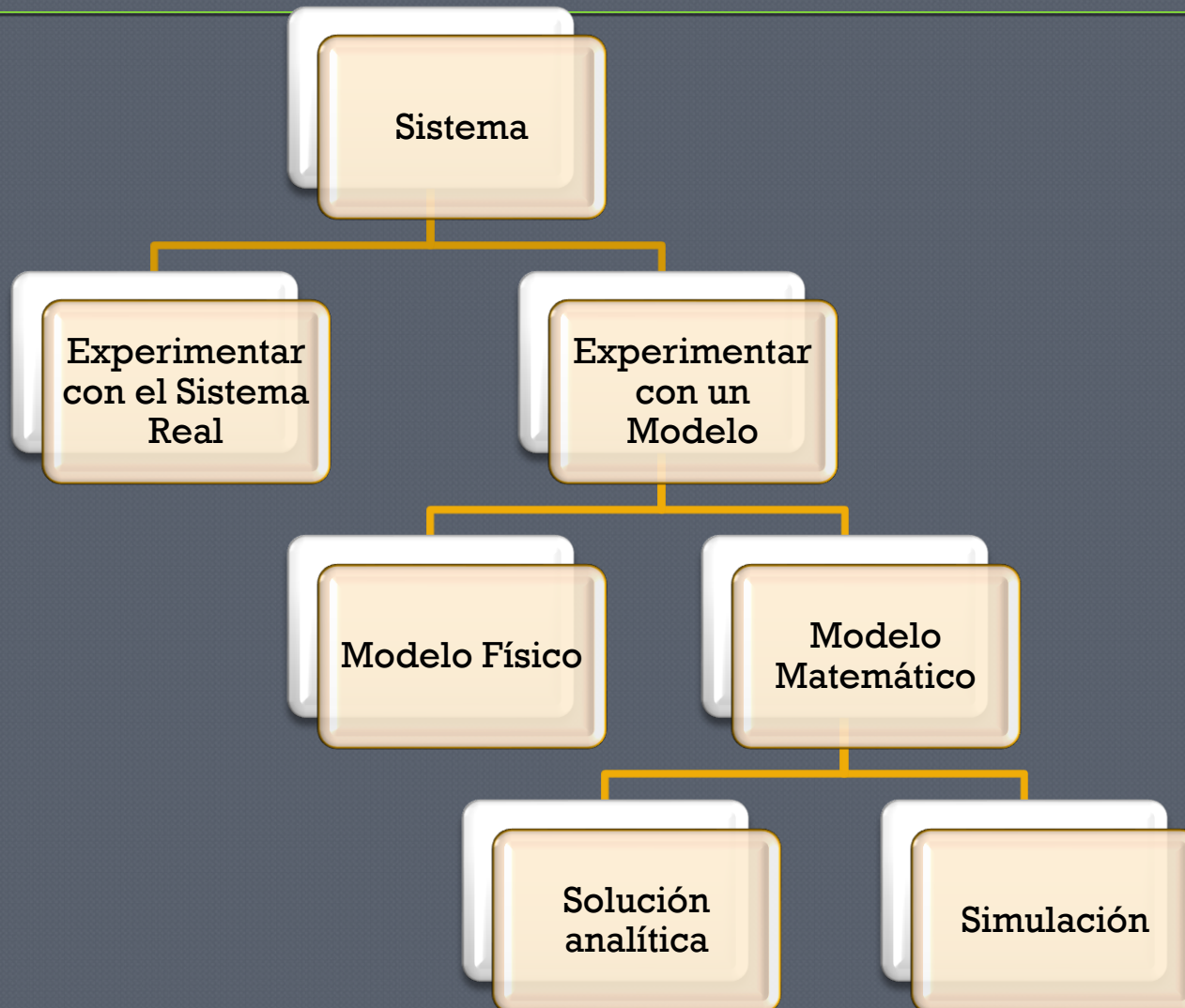
# Objetivo de la Simulación

---

- Describir el comportamiento de sistemas.
- Postular teorías o hipótesis que expliquen el comportamiento observado.
- Usar estas teorías para predecir un comportamiento futuro, es decir, los efectos que se producirán mediante cambios en el sistema o en su método de operación



# Distintas formas de estudiar un sistema





# Clasificación de Sistemas

---

Cerrados

Abiertos

Estables

Inestables

Naturales

Artificiales

Lineales

No lineales

Estocásticos

Determinísticos

Terminantes

No terminantes



# Clasificación de Modelos

---

Se consideran **sistemas discretos** a aquellos en los que los cambios (tanto internos como en las salidas) se manifiestan de manera discreta, es decir, ocurren cambios en un momento  $t_0$ , luego el siguiente cambio ocurre en el momento  $t_1$ , luego el siguiente cambio en otro momento  $t_2$ , etc (no tiene porqué ser equidistantes,  $t_1 - t_0 \neq t_2 - t_1$ ), y si midiéramos las variables del sistema en un momento  $t_{0+}$ , siendo  $t_0 < t_{0+} < t_1$  los valores serían **los mismos** que los obtenidos en  $t_0$ . Es decir NO HAY cambios hasta  $t_1$ .

Son sistemas estocásticos o probabilísticos, en los que intervienen variables aleatorias.



# Clasificación de Modelos

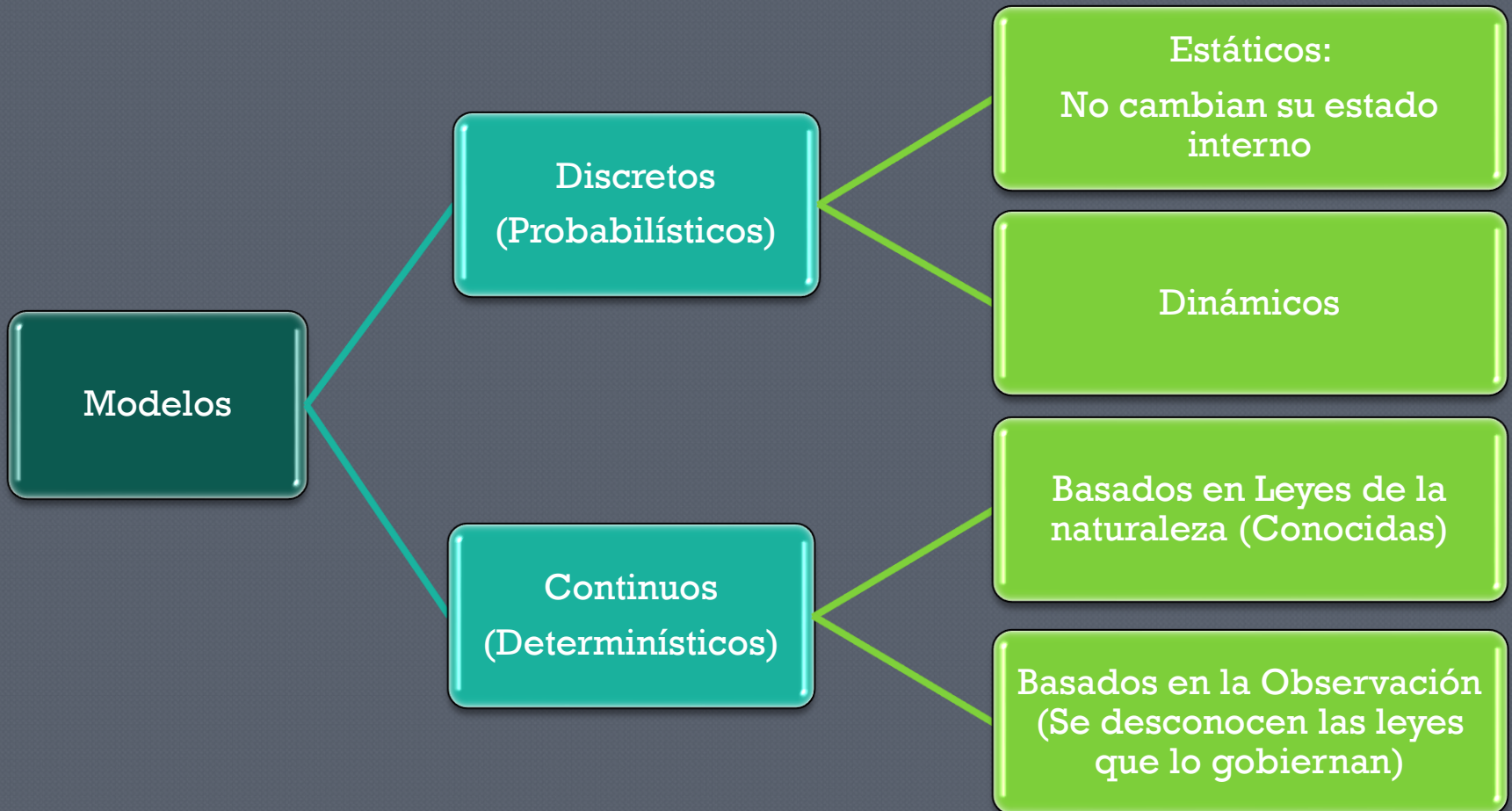
---

Por otro lado, se consideran **sistemas continuos** a aquellos en los que los cambios se miden continuamente.

Son sistemas determinísticos, que se pueden modelar con ecuaciones diferenciales (si se conoce cuáles son las aplicables).



# Clasificación de Modelos





# Clasificación de Modelos

## Estáticos

- Análisis de Riesgo
- Modelos de Inventario

## Dinámicos

- Modelos de Línea de Espera o Sistemas de Colas

## Basados en leyes de la Naturaleza

- Térmicos   • Mecánicos
- Químicos   • Electromagnéticos

## Basados en la Observación

- Económicos   • Biológicos   • Meteorológicos
- Políticos   • Ecológicos   • Poblacionales



Diagrama de la semicircunferencia de la ingeniería. El semicírculo está dividido en dos partes por un eje horizontal. La parte superior es un arco de 180 grados. Debajo del semicírculo hay dos rectángulos: uno blanco a la izquierda y uno negro a la derecha. Alrededor del semicírculo están distribuidos los nombres de las disciplinas de la ingeniería.

Disciplina	Ubicación
Polución del aire	Arco superior (centro)
Hidrológicos	Arco superior (izquierda)
Ecológicos	Arco superior (derecha)
Meteorológicos	Arco superior (extrema derecha)
Fisiológicos	Arco superior (derecha)
Económicos	Arco superior (derecha)
Sociales	Arco superior (derecha)
Políticos	Arco superior (derecha)
Caja Negra	Rectángulo negro (derecha)
Caja Blanca	Rectángulo blanco (izquierda)
Políticos	Arco superior (derecha)
Sociales	Arco superior (derecha)
Económicos	Arco superior (derecha)
Fisiológicos	Arco superior (derecha)
Meteorológicos	Arco superior (extrema derecha)
Ecológicos	Arco superior (derecha)
Hidrológicos	Arco superior (izquierda)
Polución del aire	Arco superior (centro)



# Ventajas de la Simulación

---

- ◉ Permite estimar medidas de desempeño, bajo diferentes escenarios.
- ◉ Es útil cuando no hay una formulación matemática.
- ◉ Otorga control sobre condiciones experimentales.  
(Entradas – Condiciones de entorno)
- ◉ Manejo arbitrario del tiempo.
- ◉ Ayuda a estudiar sistemas inexistentes.
- ◉ Permite estudiar sistemas estocásticos.
- ◉ Puede ser usado repetidamente una vez construído.



# Desventajas

---

- Costos. (Económicos y en tiempo)
- Puede aparentar reflejar con precisión un sistema real, cuando en verdad no lo hace.
- No podemos medir el grado de imprecisión.
- No sirven para encontrar soluciones óptimas. Se limita a dar evaluaciones de posibles soluciones.
- No es sustituto de un análisis detallado.



# Peligros

---

- Inferir resultados con una sola corrida, asumiendo independencia.
- Uso arbitrario de distribuciones y suposiciones.
- Impresionarse con el gran volumen de información, pero que no refleje el sistema estudiado.



# Peligros

---

- Los resultados pueden dar lugar a una excesiva confianza.
- Es posible que se ignoren factores tecnológicos y de índole humana.
- Basar las decisiones en el promedio de estadísticas cuando los resultados son de hecho cíclicos.



# Simulaciones Terminantes

---

- Por lo general no alcanzan un estado estable
- Hay un evento natural que determina el tiempo de simulación.

## Ejemplos:

- Oficina/comercio con horarios de apertura y cierre.
- Confrontación militar que termina cuando algún bando pierde el 30% de su fuerza.
- Una empresa recibe una orden para fabricar una cantidad X de artículos con ciertas especificaciones.



# Simulaciones NO terminantes

---

- ⦿ Sistemas cuya vida se prolonga en el tiempo.
- ⦿ Suelen alcanzar un estado “Estable” o “en Régimen”.
- ⦿ Al inicio presentan un estado transitorio (Warm-Up).

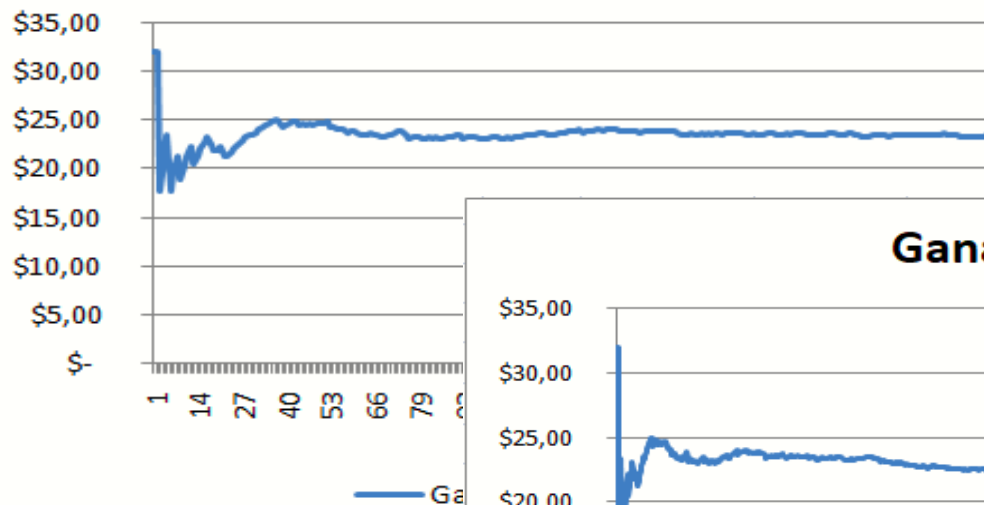
## Ejemplos:

- Central telefónica.
- Líneas de ensamblaje o de producción continua.
- Atención en salas de emergencias.
- Sistemas de redes.



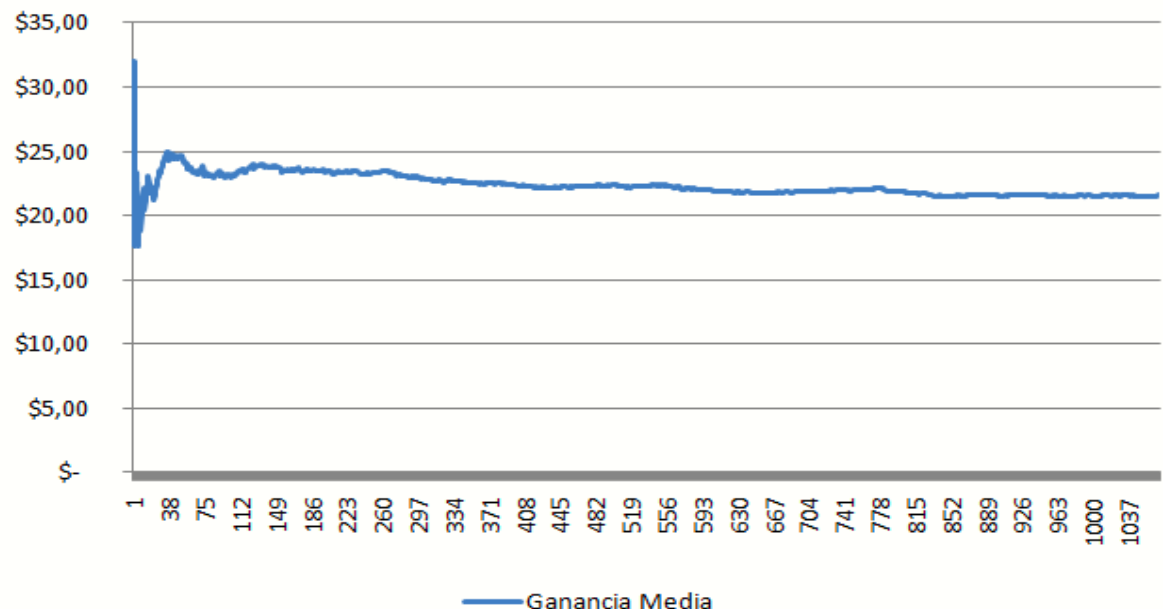
# “Estado Transitorio” o “Warm-Up”

## Ganancia Media



Esta variable se estabiliza luego de 70 mediciones en valores cercanos a 24.

## Ganancia Media



Pero luego extendiendo las mediciones vemos que en realidad sigue descendiendo hasta valores cercanos a 21.



# Supresión del “Estado Transitorio”

---

La mayor dificultad:

Definir cuándo termina

## Métodos de supresión:

1. Corridas prolongadas
2. Inicialización adecuada
3. Truncamiento
4. Eliminación de datos iniciales (medias globales)
5. Traslado de medias de replicaciones independientes
6. Medias de tandas



# Lenguajes de propósito general versus Lenguajes de Simulación

---

## Diferencias

- ◉ Organización del tiempo y las actividades.
- ◉ Definición y estructuración de las entidades del modelo.
- ◉ Prueba de actividades y condiciones sobre los elementos.
- ◉ Tipos de pruebas estadísticas posibles sobre los elementos.
- ◉ Facilidad para cambiar la estructura del Modelo.



# Lenguajes de propósito General

---

## Ventajas

- ✓ No hay restricciones para el formato de salida.
- ✓ A menudo se conoce muy bien el lenguaje.
- ✓ Menor costo del software.

## Desventajas

- ✓ Tiempo de programación más largo. (El costo total del proyecto puede ser mayor).
- ✓ Debemos crear las rutinas de detección de errores



# Lenguajes de Simulación

---

## Ventajas

- ✓ Provee la mayoría de las funcionalidades necesarias para construir un modelo.
- ✓ Genera automáticamente ciertos datos necesarios.
- ✓ Facilita recopilación y despliegue de los datos producidos.
- ✓ Controla administración y asignación del almacenamiento de la computadora, durante la corrida.



# Lenguajes de Simulación

---

## Desventajas

- ✓ Debe apegarse a los formatos de salida del lenguaje.
- ✓ Flexibilidad reducida y tiempo de ejecución incrementado.



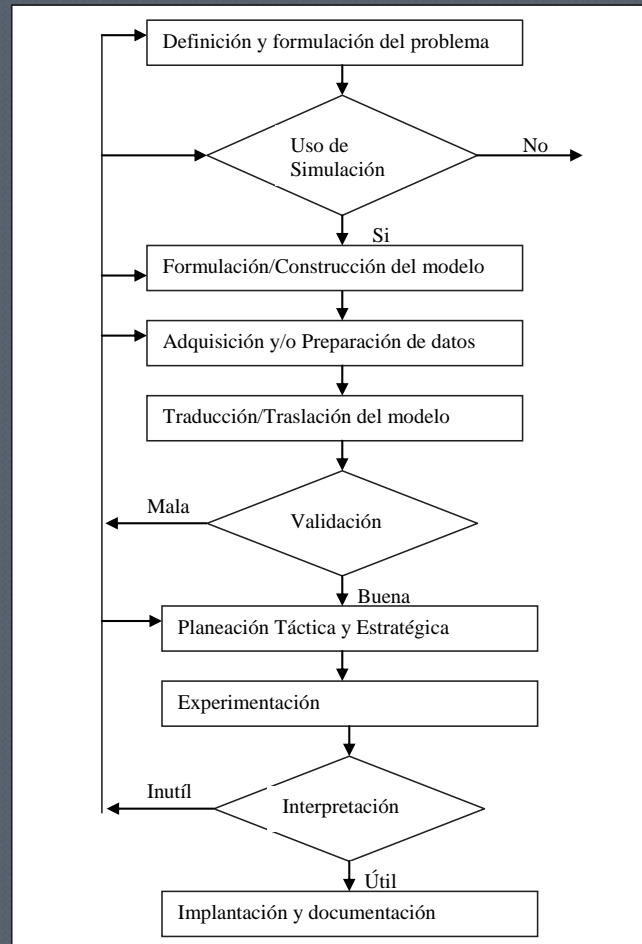
# Etapas del proceso de Simulación

---

1. Definición del problema.
2. Formulación – Construcción del Modelo
3. Adquisición y preparación de datos.
4. Traslación – Programación del Modelo.
5. Validación.
6. Planeación táctica y estratégica.
7. Experimentación.
8. Interpretación y análisis de resultados.
9. Implantación.
10. Documentación.



# Etapas del proceso de Simulación





# Técnicas de Validación del modelo

---

Hay que validar tres puntos clave del modelo:

1. Supuestos. (Involucrar al cliente en el proceso)
2. Valores de entrada y distribuciones
3. Valores de salida y conclusiones

## Técnicas:

1. Intuición de experto
2. Mediciones en el sistema real
3. Resultados teóricos
4. Análisis de sensibilidad