



CORPORACIÓN
UNIVERSITARIA
REMINGTON

Capítulo 1

Simulación

Discreta Estocástica

Tutor: Deivis Galván

OBJETIVOS

Al aprobar la asignatura el alumno será capaz de:

- Conocer, comprender y aplicar los principios del modelado de sistemas complejos y de las técnicas de simulación discreta como herramienta de apoyo a la toma de decisiones. DSS

Bibliografía

- Law, A.M. and Kelton W.D. “*Simulation Modeling and Analysis*”. Ed. McGraw-Hill, 2000.
- J. Banks. “*Handbook of Simulation*”. Ed. J. Wiley, 1998.
- Ross, S.M. “*A Course in Simulation*”. Ed. Macmillan, 1999.
- Ripley B. “*Stochastic Simulation*”. Ed. J. Wiley, 1987.
- W. David Kelton, Randall P. Sadowski. “*Simulation with Arena*”. Ed. Mcgraw- Hill, 1998.
- G. S. Fishman. “*Montecarlo*”. Ed. Springer Verlag, 1996.
- Simulación de sistemas discretos. J. Barceló Ed. Isdefe 1996

Estructura del Curso

- 1.- Simulación**
- 2.- Sistemas, Procesos y Modelos**
- 3.- Recomendaciones para Proyectos**
- 4.- Generación de Números Aleatorios**
- 5.- Método de Montecarlo**
- 6.- Generación de Variables Aleatorias**
- 7.- Modelación de Datos de Entrada**
- 8.- Modelo Conceptual Operacional**
- 9.- Diseño de Experimentos**

¿Qué es Simulación?

- Es una imitación de las operaciones de un sistema o proceso real (Sistemas complejos).
- Involucra la generación de una historia artificial del comportamiento del sistema y a partir de dicha historia se efectúan inferencias relativas a las características operacionales del sistema real que representa.
- Permite describir y analizar el comportamiento del sistema real, y responder ciertas interrogantes para apoyar el diseño de sistemas reales.

¿Qué es Simulación?

- Es una metodología que permite apoyar la toma de decisiones.
 - ya sea en el diseño de Sistemas, antes que este sea construido
 - ya sea probando políticas de Operación, antes que estas sean implantadas
- Por si misma, la Simulación, no resuelve los problemas, sino que ayuda a:
 - Identificar los problemas relevantes
 - Evaluar cuantitativamente las soluciones alternativas

¿Qué es Simulación?

- ¿Por qué son necesarios los modelos de simulación o prototipos?
- La experimentación de un sistema o procesos
 - ... Puede generar problemas éticos
 - ... puede generar problemas económicos
 - ... o puede llevarlo a colapsos
 - ... o puede ser simplemente imposible

Por ejemplo ; en el desarrollo de un nuevo producto

La Simulación ...

- Es un término muy amplio, en realidad existen un conjunto de enfoques para analizar problemas
 - La Simulación requiere de MODELOS (validez)
- No es una solución analítica
 - No obtiene resultados exactos (desventaja)
 - Permite modelar sistemas complejos (ventaja)
- Es mejor una respuesta aproximada al problema correcto que una respuesta correcta al problema aproximado
- Es la técnica de modelación estocástica más útil, de mayor reconocimiento en la ingeniería de sistemas

Areas de Aplicación

- Sistemas de Computadores
- Telecomunicaciones, Transporte y Energía
- Aplicaciones Militares y Navales
- Política Públicas
- Manufactura — Programación, Inventarios
- Personal en empresas de servicios
Bancos, Comida Rápida, Correo, ...
- Distribución y Logística
- Salud — Salas de emergencia y de operaciones
Planes de Emergencia (terremotos, inundaciones)
Distribución de Servicios (juzgados, hospitales)

Ingeniería de Sistemas

- Instalaciones/Procesos Físicos; Reales o planeados
- Estudiar su Desempeño
 - Medir
 - Mejorar
 - Diseñar (si no existe)
 - Posible Control en Tiempo Real
- Algunas veces es posible “jugar” con el Sistema
- Pero algunas veces es imposible hacerlo ya sea que
 - No existe
 - Se Destruye,
 - Muy Caro

Simulación Computacional

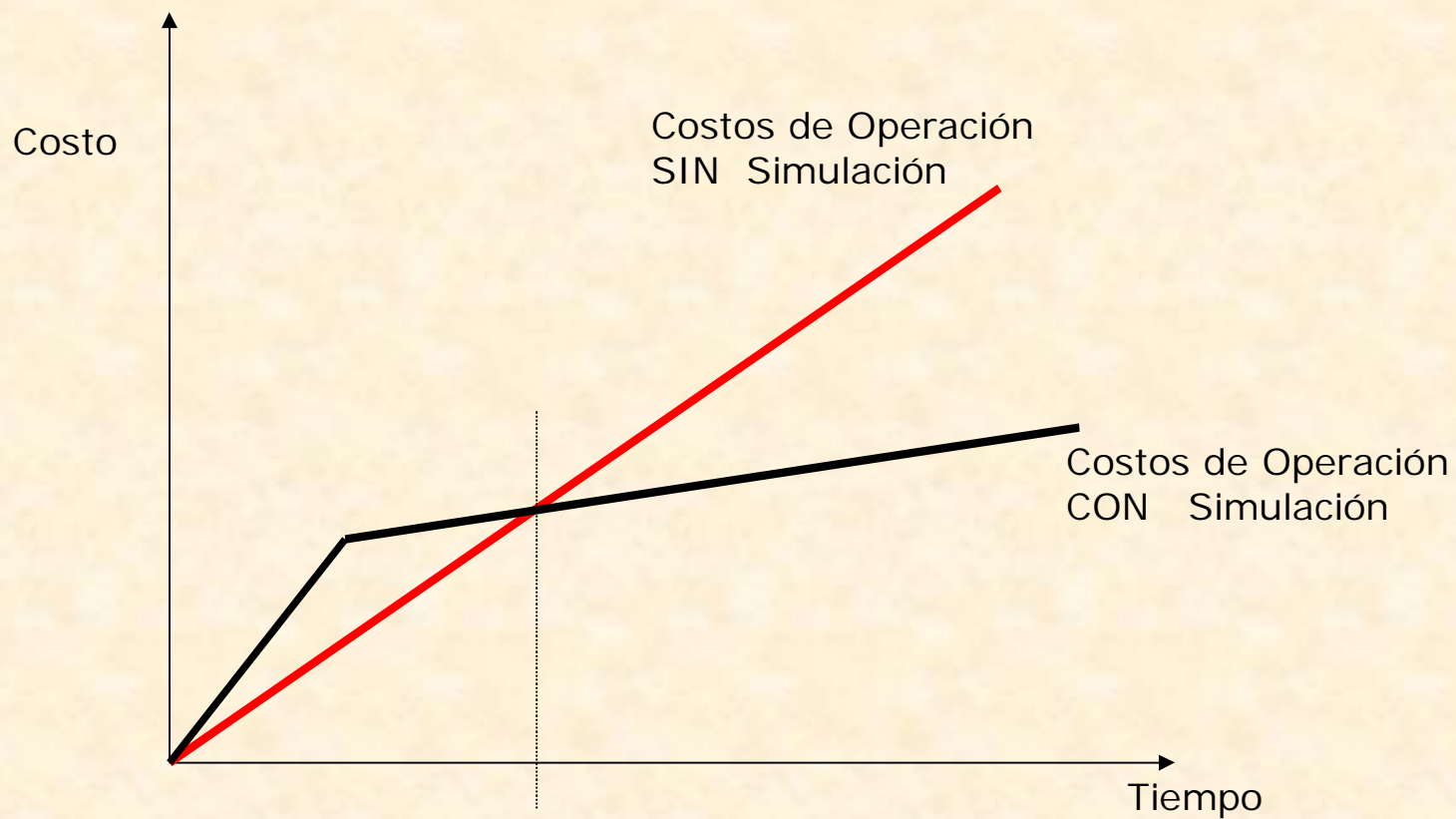
- Un Método para Estudiar un amplio abanico de modelos de sistemas del mundo real
 - Uso de evaluación numérica con el computador
 - Uso de software para “imitar” las operaciones y características del sistema, a menudo en el tiempo
- En la práctica, es el proceso de diseñar y crear modelos computarizados del sistema y hacer experimentos numéricos con el computador
- Una aplicación poderosa a sistemas complejos
- Simulación puede tolerar modelos complejos

¿Cuándo Simular?

Como regla general, es apropiada cuando:

- Desarrollar un modelo estocástico es muy difícil o quizás aún imposible
- El sistema tiene una o más variables aleatorias relacionadas
- La Dinámica del sistema es extremadamente compleja
- El objetivo es observar el comportamiento del sistema sobre un período
- La habilidad de mostrar la animación es importante.

Justificación Económica



Simulación

- Imitar; Emular; Modelo artificial; Prototipo
- Sistema lógico Matemático que reside en un computador
- No proporciona respuestas exactas del sistema real, sólo estimaciones, aproximaciones con error acotado.
- Modelo de Simulación nos provee de una historia artificial del sistema bajo estudio
- En la simulación estocástica las entradas y salidas son aleatorias
 - Generación de variables aleatorias; Análisis estadístico de datos (input output), Diseño y análisis de experimentos de simulación

Ventajas de la Simulación

- Beneficio general de la simulación
Laboratorio de aprendizaje-Fácil de modificar
- Algunos beneficios específicos
 - Mejorar desempeño del sistemas reales complejos
 - Disminuir inversiones y gastos de operación
 - Reducir el tiempo de desarrollo de un sistema
 - Asegurar que el sistema se comportará como se desea
 - Conocer oportunamente hechos relevantes y efectuar cambios oportunamente
 - A veces es lo único que se puede hacer para estudiar un sistema real (No existe; Se destruye; Muy caro)

Ventajas de la Simulación

- Flexibilidad para modelar las cosas tal como son (no importando si son enredadas y complicadas)
modelado de sistemas complejos

Evitan “buscar” sólo dónde hay luz: Cuento en dónde un “borrachito” busca las llaves del auto cerca del farol porque ahí puede ver y no dónde se le cayeron realmente porque está obscuro

- Permite Modelar la Incertidumbre y los procesos transcientes

La única cosa segura es que nada es seguro

Peligro de ignorar la variabilidad y la incertidumbre

Validez del Modelo

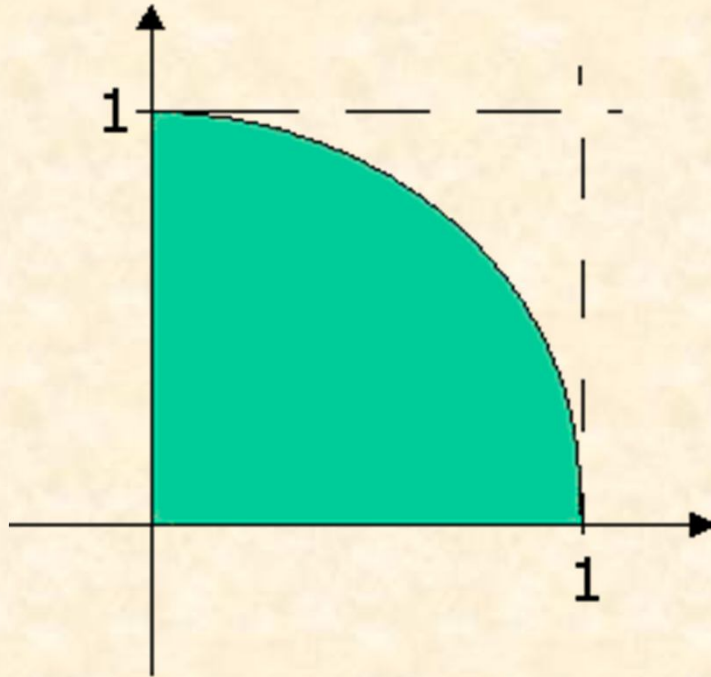
Desventajas de la Simulación

- Puede ser costosa y consumidora de tiempo inicialmente.
- Algunas veces soluciones mejores y más fáciles son pasadas por alto.
- Los resultados pueden ser mal interpretados
- Por lo general son ignorados los factores humanos y tecnológicos.
- Peligro de poner demasiada confianza en los resultados de la simulación.
- Es difícil verificar si los resultados son válidos.
(Proceso de validación tema de estudio)

Tipos de Simulación

- Estática v/s. *Dinámica*
¿Juega el tiempo un papel en el Modelo?
- Cambios Continuos v/s. *Cambios Discretos*
¿Puede el “estado” cambiar continuamente o sólo cambiar en algunos instantes del tiempo?
- Determinístico v/s. *Estocástico*
¿Es todo cierto o existe incertidumbre?
- La Mayoría de los modelos Operacionales son:
Dinámicos, Cambios-Discretos y Estocásticos

Cálculo de π

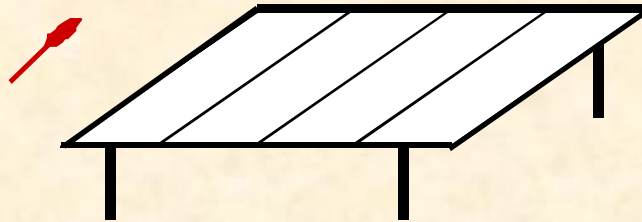


$$\begin{aligned}\text{Area Rectángulo} &= 1 \\ \text{Area Sector} &= \pi/4\end{aligned}$$

Estimar π

- 1° Lanzar dardos que caen aleatoriamente dentro cuadrado
Total ensayos N_T
- 2° N_S caen dentro del sector, el resto fuera.
- 3° La Razón $\frac{N_S}{N_T}$ es proporcional a las áreas, luego $\pi = \frac{N_S}{N_T} * 4$
- 4° Estimación mejora cuando $N_T \rightarrow \infty$

Otra Forma de Estimar π : La aguja del Bufón



- Estimar π (George Louis Leclerc, c. 1733)
- Lanzar una aguja de longitud l sobre una mesa donde se ha dibujado líneas separadas a una distancia igual a d ($d > l$)
- Probabilidad que la aguja cruce una línea = $\frac{2l}{\pi d}$
- Repetir; contar \hat{p} = proporción de veces aguja cae sobre una línea
- Estimar π por $\frac{2l}{\hat{p}d}$

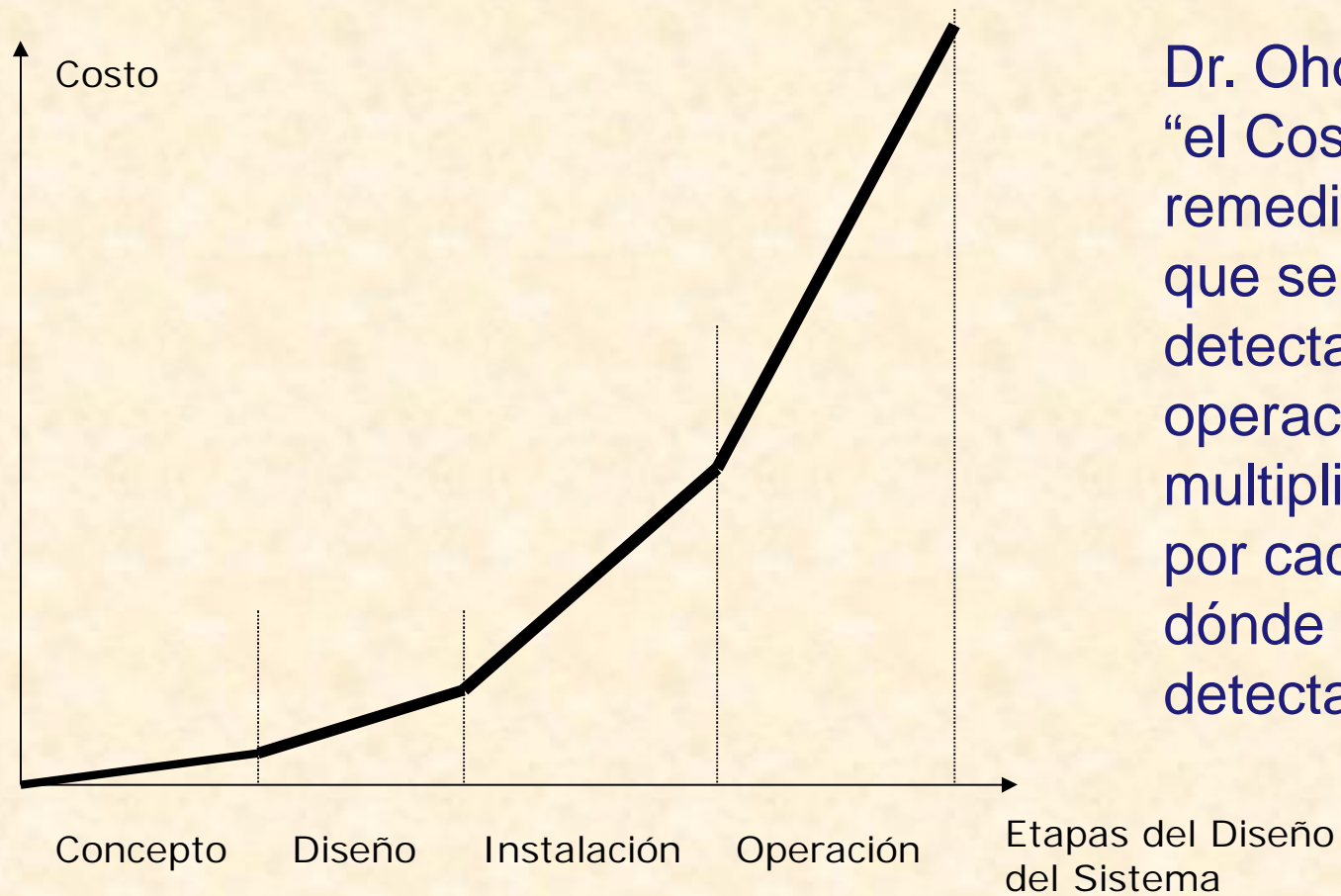
¿Por qué lanzar agujas?

- El problema parece un poco tonto...
¡Ahora! Pero tiene algunas características importantes de simulación
 - Se experimenta para *estimar* algo difícil de calcular exactamente (en 1733)
 - Aleatoriedad*, de modo que la estimación no será exacta; estimar el error de este estimador
 - Replicas* (mientras más mejor) para reducir el error
 - Muestreo Secuencial* para controlar el error; seguir lanzando hasta que el error probable sea lo “suficientemente” pequeño
 - Reducción de Variancia* (Buffon Cross)

Diseño de Sistemas

- Selección de Método: ¿Varias actividades, deberían ser ejecutadas en una sola estación o dividida en varias estaciones?
- Selección de Tecnología: ¿Cuál es el efecto de emplear automatización en vez de procesamiento manual?
- Optimización: ¿Cuál es el número de recursos que mejor logra los objetivos de desempeño?
- Estudios de Capacidad: ¿Cuál debe ser la capacidad del Sistema?
- Decisiones de Control del Sistema: ¿Cuáles Tareas deberían ser asignadas a cuáles Recursos?

Diseño de Sistemas



Dr. Ohono, Toyota:
“el Costo de remediar un error que se desliza sin detectar de una operación a otra se multiplica por 10 por cada etapa dónde no es detectado”

Gestión de Sistemas

- Programación de la Producción/Cliente: ¿Cuál es la mejor secuencia y timing para introducir productos o administrar clientes al sistema?
- Programación de Recursos: ¿Cuáles equipos y personas son necesarios en cuáles turnos?
- Programación de la Mantenición: ¿Cuál programa de mantenimiento afecta menos la operación del sistema?
- Priorización de Trabajos. ¿Cuál es la mejor forma de priorizar las tareas para maximizar los esfuerzos?

Gestión de Sistemas

- Gestión de Flujo: ¿Cuál es el mejor forma de mantener balanceado (uniformemente distribuido) el flujo de materiales/clientes en el sistema?
- Gestión de Retardos/Inventario: ¿Cuál es la forma más efectiva de mantener al mínimo clientes esperando o niveles de inventario?
- Gestión de Calidad: ¿Cómo serán afectadas las operaciones si los puntos de inspección son eliminados y los operarios asumen la responsabilidad total por la calidad de su trabajo?