

## SIMULACIÓN MONTE CARLO

La idea básica de la simulación es la construcción de un dispositivo experimental, o simulador, que “*actuará como*” (simulará) el sistema de interés en ciertos aspectos importantes, de una manera rápida y redituable

### PLANTEAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE UN MODELO DE SIMULACIÓN

- ✓ El primer paso en un estudio de simulación es desarrollar un modelo que represente el sistema que va a investigarse. No es necesaria una representación completamente realista del sistema. Si no se puede predecir el comportamiento de un elemento es necesario tomar observaciones aleatorias a partir de las distribuciones de probabilidad que intervengan.
- ✓ Generar observaciones aleatorias
- ✓ Validación del modelo: comparar la salida de la simulación con valores reales, históricos.

### SIMULACIÓN VERSUS OPTIMIZACIÓN:

- ✓ En un *modelo de optimización*, los valores de las variables de decisión son resultados
- ✓ En un *modelo de simulación* los valores de las variables de decisión son las entradas. El modelo evalúa la función objetivo en relación con un conjunto particular de valores. Sirve para comparar alternativas, no para generar la alternativa óptima.

## ¿CUÁNDO SE DEBE UTILIZAR LA SIMULACIÓN?

- ✓ Puede ser difícil o imposible obtener modelos analíticos.
- ✓ Largo plazo vs. corto plazo

## SIMULACIÓN Y VARIABLES ALEATORIAS

Los modelos de simulación se utilizan para analizar decisiones bajo riesgo, es decir un modelo en el cual uno o más de los factores no se conoce con certeza.

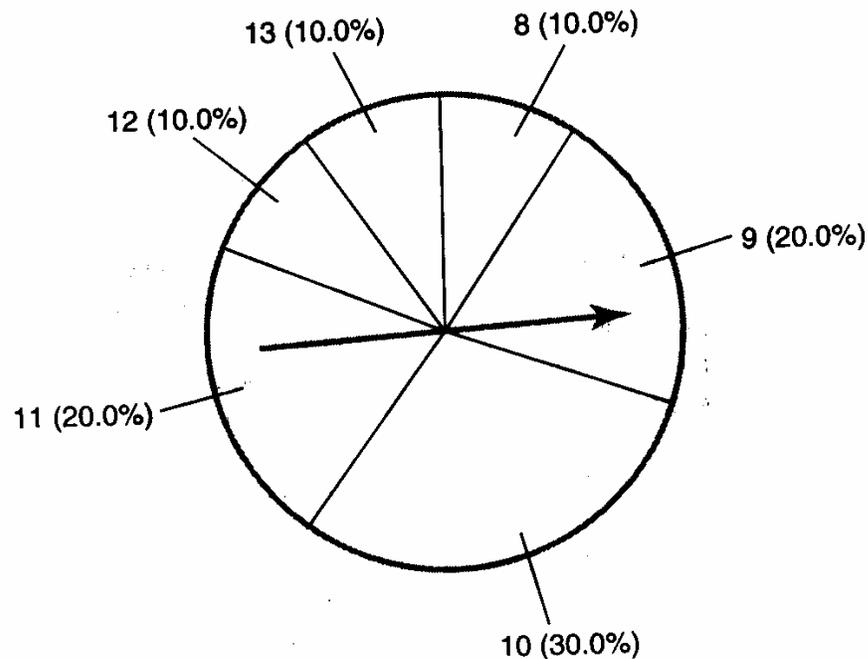
Ese factor que no se conoce con certeza se considera una ***variable aleatoria*** . El comportamiento de una variable aleatoria se describe mediante una distribución de probabilidad. Este tipo de simulación se conoce como ***Simulación Monte Carlo***.

Esta técnica consiste entonces en la generación de observaciones aleatorias a partir de una determinada distribución de probabilidad y, a continuación utilizar el promedio de estas observaciones para estimar la media

## GENERACIÓN DE VARIABLES ALEATORIAS

En nuestra simulación de los modelos será necesario generar valores para las variables aleatorias.

Ejemplo: Un dispositivo físico que simule la demanda de un modelo dado de sartenes



Si las áreas de los sectores están hechas para corresponder a la probabilidad de diferentes demandas, la aguja puede utilizarse para simular la demanda.

## USO DE UN *GENERADOR DE NÚMEROS ALEATORIOS* (GNA) EN UNA HOJA DE CÁLCULO

Para generar una demanda para un modelo en particular, primero se necesita asignar un rango de números aleatorios a cada demanda posible.

Número aleatorio	Demanda
0-0.1	8
0.1-0.3	9
0.3-0.6	10
0.6-0.8	11
0.8-0.9	12
0.9-1	13

El único requisito para una asignación correcta es que la proporción de números asignados a una demanda sea igual a la probabilidad de la misma.

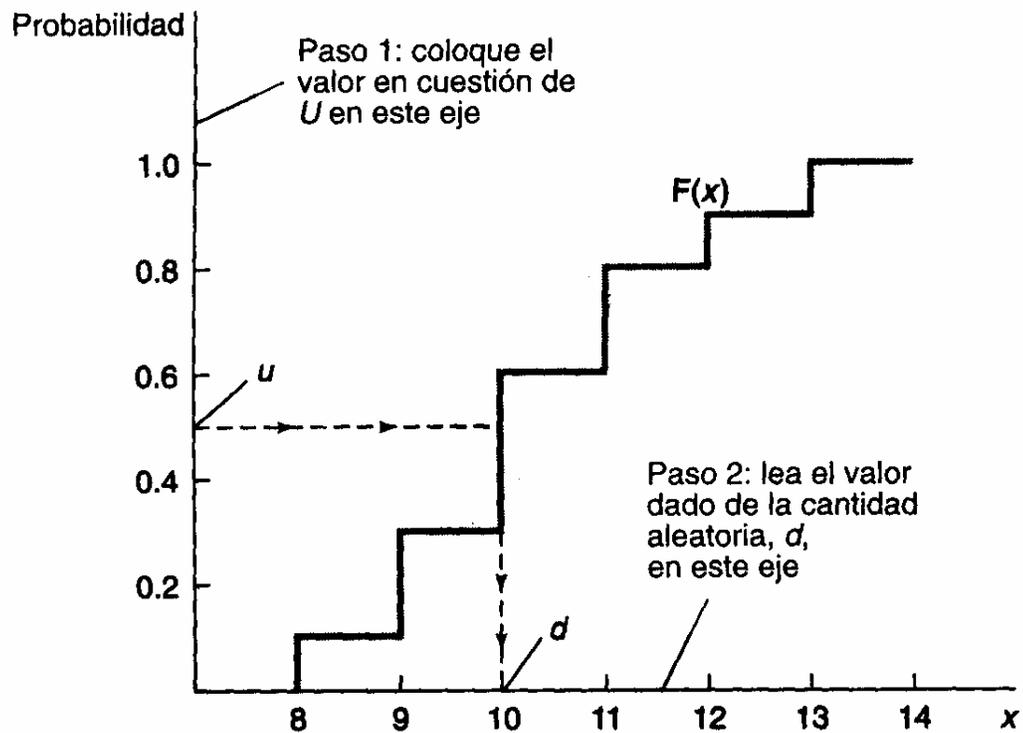
### UN MÉTODO GENERAL

- (1) Capacidad de generar números aleatorios *ALEATORIO()*
- (2) La distribución de probabilidad ó la distribución acumulada (FDA) de la variable aleatoria que será generada.

Ejemplo: variable aleatoria  $D$  es la demanda de sartenes.  
 FDA de  $D$  :  $F(x)$  es la probabilidad de que  $D$  adquiriera un valor menor que o igual a  $x$  es decir  $F(x)=\text{Prob}\{D \leq x\}$

Para el ejemplo, la  $F(x)$  es:

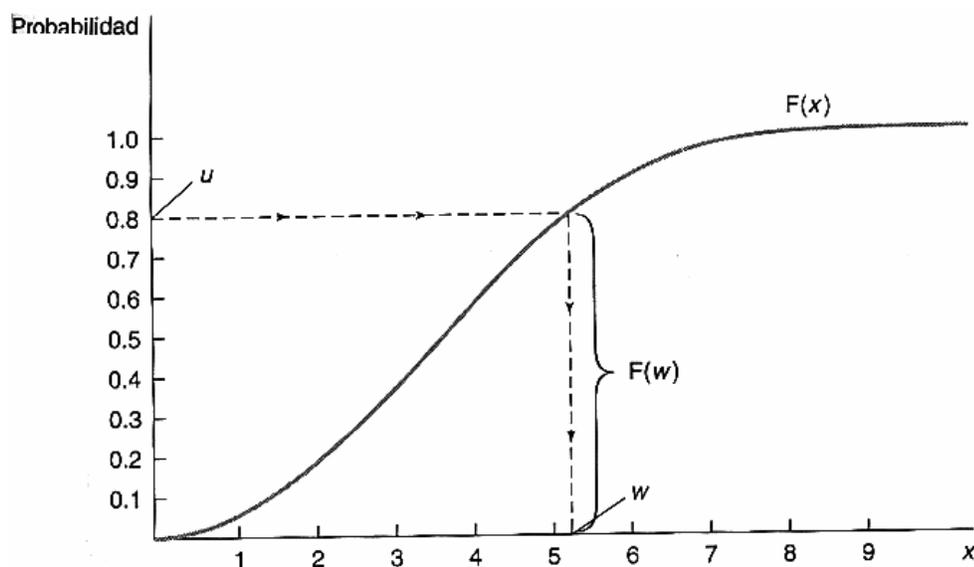
X	8	9	10	11	12	13
F(x)	0.1	0.3	0.6	0.8	0.9	1.0



Ejemplo: suponga que deseamos hacer un modelo de una distribución discreta uniforme de la demanda, donde los valores de 8 a 12 tienen la misma probabilidad (uniforme) de ocurrir.

- ✓  $\text{ALEATORIO}()$  devuelve un número aleatorio entre 0 y 1 cuando todos los valores son igualmente posibles, es una distribución uniforme continua
- ✓  $5 * \text{ALEATORIO}()$ : número aleatorio continuo entre 0 y 5
- ✓  $8 + 5 * \text{ALEATORIO}()$ : número aleatorio continuo entre 8 y 12.99999
- ✓  $\text{ENTERO}(8 + 5 * \text{ALEATORIO}())$ : se genera así una distribución discreta uniforme de los enteros entre 8 y 12

## APLICACIÓN DEL MÉTODO GENERAL A DISTRIBUCIONES CONTINUAS



Función de distribución acumulada  $F(x)=\text{Prob}\{W \leq x\}$  no decreciente y continua.

El procedimiento gráfico es equivalente a un procedimiento algebraico consistente en resolver la ecuación:

$$u=F(w)=\text{Prob}\{W \leq x\}$$

en términos de  $w$

por ejemplo, para una distribución exponencial

$$F(w) = \text{Pr ob}(W \leq w) = 1 - e^{-\lambda w}$$

deseamos resolver la siguiente ecuación para  $w$

$$u = 1 - e^{-\lambda w} \Rightarrow w = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - u)$$

Para generar variables aleatorias a partir de una distribución normal:

DISTR.NORM.INV(ALEATORIO(), MEDIA, DESVIO)

### Bibliografía:

Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, 5<sup>ta</sup> Edición, Eppen-Gould-Schmidt-Moore-Weatherford, Prentice Hall