



## Introducción

En primera instancia revisaremos el concepto de simulación, la RAE define simular cómo “Representar algo, fingiendo o imitando lo que no es”, en nuestro estudio, iremos más allá de esta definición en el sentido de que en efecto imitaremos y representaremos un sistema real, pero no con el propósito de ocultar o falsear sino de generar valor a partir de ello.

A lo largo del curso revisaremos la metodología, principios básicos, herramientas computacionales y técnicas matemáticas que nos permitan modelar sistemas de la vida real para poder determinar su comportamiento ante cambios dentro de los mismos con el objeto de predecir comportamientos futuros. Revisemos entonces el concepto de simulación:

Kelton

*“Amplia colección de métodos y aplicaciones para imitar el comportamiento de sistemas reales, usualmente en una computadora y mediante el software apropiado”*

Shannon

*“Es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él, con la finalidad de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema”*

Berger

“Herramienta de la investigación de operaciones que permite estudiar los sistemas y los problemas analizándolos experimentalmente, de forma equivalente a la actividad que se realiza en un laboratorio.

## Modelos de simulación

Como podemos ver, simular está estrechamente relacionado a la tarea de modelar, una correcta modelación del problema en cuestión es clave para obtener resultados satisfactorios. En particular, estamos interesados en modelos matemáticos que representen las variables que inciden en el sistema estudiado y nos permitan entender su respuesta a cambios en dichas variables. Los modelos pueden clasificarse de distintas formas, a saber:

- Discretos y Continuos: En un modelo continuo, el estado del sistema puede cambiar continuamente en el tiempo, por el contrario, los modelos discretos cambiarán de estado únicamente en momentos específicos de tiempo.



- **Estáticos y Dinámicos:** En los modelos estáticos, el tiempo no juega un papel determinado mientras que en los modelos dinámicos es el protagonista principal.
- **Analíticos y Numéricos:** Los modelos analíticos se refieren a aquellos cuya solución puede ser encontrada mediante métodos analíticos clásicos y representada con una expresión matemática clara, por el contrario, los modelos numéricos carecen de solución fija y requieren cálculos por computadora para hallar una.
- **Determinísticos y Estocásticos:** Si el modelo no tiene entradas aleatorias será determinístico. Los modelos estocásticos poseen entradas aleatorias y están por tanto, sujetos a incertidumbre.

En este curso nos enfocaremos en los modelos de simulación estocástica discreta.

### **Ventajas y Desventajas**

Simulamos cuando queremos conocer el comportamiento de un sistema que desconocemos, cuando necesitamos encontrar una solución aproximada a un problema que no ha sido posible responder por otras técnicas, para determinar las variables que más influyen en el comportamiento de un sistema, para ahorrar costos entre muchas otras situaciones. Simular presenta importantes ventajas:

- Permite lidiar con modelos muy complicados.
- Bajo costo en comparación con la construcción de un sistema real o modificación de uno existente en producción.
- Un mismo modelo permite averiguar una gran cantidad de comportamientos del sistema.
- Permite la “compresión/expansión” del tiempo

Sin embargo, también existen desventajas al utilizar la simulación:

- Incertidumbre (que puede ser acotada y medida) en cada salida
- Incapacidad para determinar a priori la duración óptima de la simulación
- Hiper simplificación del modelo

Tomando lo anterior en consideración, la simulación debe ser vista como una importante herramienta auxiliar (que incluso puede alimentar a otros modelos y técnicas) con el objeto de encontrar una solución útil a un problema.



## Conceptos básicos de simulación

- Entidades: Son elementos dentro de la simulación que cambian de estado, afectan y son afectadas por otras entidades y el estado del sistema. Inciden directamente en las métricas de salida, son dinámicas por naturaleza. La mayoría de las entidades representan cosas “reales” en la simulación.
- Atributos: Propiedades que describen la entidad y permiten individualizarla.
- Variables: Es una pieza de información que refleja alguna característica del sistema sin importar la cantidad de entidades presentes.
- Recursos: Son elementos de competencia entre entidades (personal, equipo, espacio, etc.) Son capturados por una entidad cuando están disponibles y liberados después de su utilización.
- Colas: Líneas de espera formadas por las entidades en necesidad de captar un recurso capturado por otra entidad.
- Reloj: Representa el valor actual del tiempo dentro de la simulación.

Cabe resaltar que los conceptos revisados son independientes del software a utilizar.

## Software de simulación

Existe software de propósito específico cuyo objetivo es facilitar la simulación por computadora. A continuación una breve lista del software más común utilizado para este propósito:

- Simpy: Es un entorno de trabajo basado en procesos para simulación de evento discreto escrito en lenguaje Python standard creado en 2002.
- GPSS: Es un lenguaje de programación para simulación a tiempo discreto creado en 1961
- Arena: Herramienta gráfica de simulación a tiempo discreto basada en SIMAN y creada en el año 2000 para plataformas Microsoft

En nuestro curso usaremos Simpy como software de cabecera.