

# Preguntas Tema 1

Antonio Natusch

29 de diciembre de 2025

## Sobre este documento

Este documento contiene respuestas a una serie de preguntas vistas en la diapositiva introductoria provista en la materia de Modelación y Simulación. La misma presentación se encuentra en el archivo intro.pdf.

## Preguntas del PDF

**TEMA 1**

**Introducción**

1. ¿Qué es la simulación y por qué es una herramienta útil en diversas disciplinas?
2. ¿Cuál es el propósito principal del modelaje en el contexto de la simulación?
3. ¿Qué diferencia hay entre un modelo determinista y un modelo estocástico?
4. ¿Qué tipos de simulación existen y en qué situaciones se utilizan cada uno?

**Terminología Básica**

1. ¿Qué es un modelo y cómo se diferencia de un sistema real?
2. Define los términos "entidad", "atributo", y "evento" en el contexto de la simulación.
3. ¿Qué significa la "verificación" y "validación" de un modelo de simulación?
4. ¿Cómo se define el "tiempo de simulación" y cómo se utiliza en un experimento de simulación?

**Conceptos Fundamentales de Simulación**

1. ¿Cuáles son los pasos principales en el proceso de desarrollo de un modelo de simulación?
2. Explica el concepto de "estado" en un modelo de simulación.
3. ¿Qué es una "corrida de simulación" y qué información proporciona?
4. ¿Cuál es la importancia de los "números aleatorios" en la simulación y cómo se generan?

**Ventajas y Desventajas del Uso de la Simulación**

1. ¿Cuáles son las principales ventajas del uso de la simulación en la toma de decisiones?
2. ¿Qué limitaciones tiene la simulación como herramienta de análisis?
3. ¿En qué situaciones puede ser más beneficioso utilizar un modelo de simulación en lugar de un análisis analítico?
4. ¿Cómo puede la simulación ayudar a identificar y mitigar riesgos en un proyecto?

Figura 1: Página 3 de la presentación titulada «Introducción», Modelación y Simulación, Semestre 2/2025.

# Respuestas

## Introducción

1. La simulación se refiere a un gran conjunto de métodos y aplicaciones que buscan imitar el comportamiento de sistemas reales, generalmente por medio de una computadora con un software apropiado. Es una herramienta útil en diversas disciplinas ya que, al ser independiente del dominio del problema, es posible recrear situaciones o resultados tanto físicos como teóricos, teniendo su aplicación en sectores como la aeronáutica, procesos industriales, etc. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 2
2. Su propósito es crear una representación simplificada y abstracta de un problema real.
3. En un modelo determinista, las relaciones entre los cambios de las variables del modelo son constantes. En cambio, en un modelo estocástico, los cambios en las variables suelen seguir algún modelo probabilístico donde el resultado después de un evento no siempre es el mismo. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 3
4. Los tipos más comunes de simulación que existen son:
  - **Simulación Continua:** Modela sistemas en los que los cambios ocurren continuamente a lo largo del tiempo (ej. modelos de crecimiento poblacional).
  - **Simulación de Eventos Discretos:** Modela sistemas en los que los cambios ocurren en puntos específicos en el tiempo (ej. sistemas de colas).
  - **Simulación Basada en Agentes:** Modela sistemas donde múltiples entidades autónomas (agentes) interactúan entre sí (ej. mercados económicos, comportamiento social).

*Modelación y Simulación - Tema 1 Introducción*, p. 2

## Terminología Básica

1. Un modelo es una representación o abstracción de una situación real, el cual puede ser de varios tipos. Se diferencia de un sistema real en la medida que el objeto del modelo es poder comprender, predecir y controlar el comportamiento de un sistema dado.
2. Definiciones:
  - **Entidad:** Por lo general es *la representación de los flujos de entrada y salida en un sistema*; al entrar a un sistema una entidad es el elemento responsable de que el estado del sistema cambie. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 4
  - **Atributo:** Es una *característica de una entidad*. Son muy útiles para diferenciar entidades sin necesidad de generar una nueva, y pueden adjudicarse al momento de la creación de la entidad, asignarse o cambiarse durante el proceso. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 6
  - **Evento:** Es un *cambio en el estado actual del sistema*. Existen dos tipos principales de eventos:
    - **Eventos actuales:** Aquellos que están sucediendo en el sistema en un momento dado.
    - **Eventos futuros:** Cambios que se presentaran en el sistema después del tiempo de simulación, de acuerdo con una gramática específica.

*Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 4

3.
  - **Verificación:** Proceso en el cual, una vez identificado las distribuciones de probabilidad de las variables del modelo y se han implantado los supuestos acordados, se comprueba la propiedad de la programación del modelo, asegurándonos que todos los parámetros en la simulación funcionen correctamente. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 13
  - **Validación:** Proceso que consiste en pruebas simultáneas con información de entrada real para observar su comportamiento y analizar sus resultados. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 14
4. Se define como el *periodo que se modela*, que puede ser diferente del tiempo real. *Modelación y Simulación - Tema 1 Introducción*, p. 4

## Conceptos Fundamentales de Simulación

1. Los pasos principales en el proceso de desarrollo de un modelo de simulación son:
  - 1.1. **Definición del sistema bajo estudio:** En esta etapa es necesario conocer el sistema a modelar. Para ello se requiere saber qué origina el estudio de simulación y establecer los supuestos del modelo: es conveniente definir con claridad las variables de decisión del modelo, determinar las interacciones entre éstas, y establecer con precisión los alcances y limitaciones que aquel podría tener.
  - 1.2. **Generación del modelo de simulación base:** Una vez que se ha definido el sistema en términos de un modelo conceptual, la siguiente etapa del estudio consiste en la generación de un modelo de simulación base.  
No es preciso que este modelo sea demasiado detallado, pues se requiere mucha más información estadística sobre el comportamiento de las variables de decisión del sistema. La generación de este modelo es el primer reto para el programador de la simulación, ya que debe traducir a un lenguaje de simulación la información que se obtuvo en la etapa de definición del sistema, e incluir las interrelaciones de todos los posibles subsistemas que existan en el problema a modelar.
  - 1.3. **Recolección y análisis de datos:** En esta etapa se debe establecer qué información es útil para la determinación de las distribuciones de probabilidad asociadas a cada una de las variables aleatorias necesarias para la simulación.  
Más adelante se hará el análisis de los datos indispensables para asociar una distribución de probabilidad a una variable aleatoria, así como las pruebas que se le deben aplicar. Al finalizar la recolección y análisis de datos para todas las variables del modelo, se tendrán las condiciones para *generar* una versión *preliminar* del problema que se está simulando.
  - 1.4. **Generación del modelo preliminar:** En esta etapa se integra la información obtenida a partir del análisis de los datos, los supuestos del modelo y todos los datos necesarios para crear un modelo lo más cercano posible a la realidad del problema bajo estudio.  
Al finalizar esta etapa el modelo está listo para su primera prueba: su *verificación* o, en otras palabras, la comparación con la realidad.
  - 1.5. **Verificación del modelo:** Una vez que se han identificado las distribuciones de probabilidad de las variables del modelo y se han implantado los supuestos acordados,

es necesario realizar un proceso de verificación de datos para comprobar la propiedad de la programación del modelo, y comprobar que todos los parámetros usados en la simulación funcionen correctamente.

Una vez que se ha completado la verificación, el modelo está listo para su comparación con la realidad del problema que se está modelando. A esta etapa se le conoce también como *validación del modelo*.

- 1.6. **Validación del modelo:** El proceso de validación del modelo consiste en realizar una serie de pruebas simultáneas con información de entrada real para observar su comportamiento y analizar sus resultados.

Si el problema bajo simulación involucra un proceso que se desea mejorar, el modelo debe someterse a prueba con las condiciones actuales de operación, lo que nos dará como resultado un comportamiento similar al que se presenta realmente en nuestro proceso.

Por otro lado, si se está diseñando un nuevo proceso la validación resulta más complicada. Una manera de validar el modelo en este caso, consiste en introducir algunos escenarios sugeridos por el cliente y validar que el comportamiento sea congruente con las expectativas que se tienen de acuerdo con la experiencia.

- 1.7. **Generación del modelo final:** Una vez que el modelo se ha validado, el analista está listo para realizar la simulación y estudiar el comportamiento del proceso. En caso de que se desee comparar escenarios diferentes para un mismo problema, este será el modelo *raíz*; en tal situación, el siguiente paso es la *definición de los escenarios a analizar*.

- 1.8. **Determinación de los escenarios para el análisis:** Tras validar el modelo es necesario acordar con el cliente los escenarios que se quieren analizar. Una manera muy sencilla de determinarlos consiste en utilizar un escenario pesimista, uno optimista y uno intermedio para la variable de respuesta más importante.

- 1.9. **Análisis de sensibilidad:** Una vez que se obtienen los resultados de los escenarios es importante realizar pruebas estadísticas que permitan comparar los escenarios con los mejores resultados finales. Si dos de ellos tienen resultados similares será necesario comparar sus intervalos de confianza respecto de la variable de respuesta final. Si no hay intersección de intervalos podremos decir con certeza estadística que los resultados no son iguales; sin embargo, si los intervalos se sobreponen será imposible definir estadísticamente que una solución es mejor que otra. Si se desea obtener un escenario "ganador", será necesario realizar más réplicas de cada modelo o incrementar el tiempo de simulación de cada corrida. Con ello se busca acortar los intervalos de confianza de las soluciones finales y, por consiguiente, incrementar la probabilidad de diferenciar las soluciones.

- 1.10. **Documentación del modelo, sugerencias y conclusiones:** Una vez realizado el análisis de los resultados, es necesario efectuar toda la documentación del modelo. Esta documentación es muy importante, pues permitirá el uso del modelo generado en caso de que se requieran ajustes futuros. En ella se deben incluir los supuestos del modelo, las distribuciones asociadas a sus variables, todos sus alcances y limitaciones y, en general, la totalidad de las consideraciones de programación. También es importante incluir sugerencias tanto respecto del uso del modelo como sobre los resultados obtenidos, con el propósito de realizar un reporte más completo. Por último, deberán presentarse las conclusiones del proyecto de simulación, a partir de las cuales es posible obtener los reportes ejecutivos para la presentación final.

- Definición de estado:** Condición que guarda el sistema bajo estudio en un momento de tiempo determinado; es como una fotografía de lo que está pasando en el sistema en cierto instante. El estado del sistema se compone de variables o características de operación puntuales (digamos el número de piezas que hay en el sistema en ese momento), y de variables o características de operación acumuladas, o promedio (como podría ser el tiempo promedio de permanencia de una entidad en el sistema, en una fila, almacén o equipo). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 4
- Corrida de simulación y la información que proporciona:** La corrida de simulación es la acción de ejecutar la simulación, habiendo establecido previamente una serie de parámetros. Proporciona información estadística como el uso de localizaciones, utilización de recursos, entre otros.

The screenshot displays two tables from the Output Viewer 4.0 software. The top table is titled 'Location Summary' and lists four scenarios: Ejemplo\_Lathe, Ejemplo\_Mill, Ejemplo\_Pallet1, and Ejemplo\_Pallet2. The bottom table is titled 'Resource Summary' and lists one scenario: Ejemplo\_Machinist. Both tables include columns for Name, Units, Scheduled Time (Hr), Capacity, Total Entries, Average Time Per Entry (Min), Average Contents, Maximum Contents, Current Contents, and % Utilization. Handwritten circles highlight the '% Utilization' column in both tables.

Location Summary									
Scenario	Name	Scheduled Time (Hr)	Capacity	Total Entries	Average Time Per Entry (Min)	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Ejemplo	Lathe	24.00	1.00	241.00	2.99	0.50	1.00	1.00	50.00
Ejemplo	Mill	24.00	1.00	240.00	2.70	0.45	1.00	0.00	45.00
Ejemplo	Pallet1	24.00	999,999.00	241.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Ejemplo	Pallet2	24.00	999,999.00	240.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

  

Resource Summary							
Scenario	Name	Units	Scheduled Time (Hr)	Work Time (Min)	Number Times Used	Average Time Per Usage (Min)	% Utilization
Ejemplo	Machinist	1.00	24.00	1,368.00	481.00	2.84	95.00

**Figura 6.17** Reporte de resultados del uso de localizaciones y recursos con formato Output Viewer 4.0.

Figura 2: Figura 6.17: Ejemplo de información proporcionada por la corrida de simulación.

*Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 211–212

- La importancia de los números aleatorios en la simulación y cómo se generan:** La importancia de los números aleatorios recae en que, para poder realizar una simulación que incluya variabilidad dentro de sus eventos, es preciso generar una serie de números que sean aleatorios por sí mismos, y que su aleatoriedad se extrapole al modelo de simulación que se está construyendo. Se generan por medio de algoritmos determinísticos que requieren parámetros de arranque. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 22

## Ventajas y Desventajas del Uso de la Simulación

- Principales ventajas del uso de la simulación en la toma de decisiones:** Algunas ventajas incluyen:
  - Apoyo para prueba de conceptos:** Mediante la simulación, es posible realizar estudios piloto de diseños de proceso y productos nuevos, con resultados rápidos y a un bajo costo. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 2

- b) **Bajo riesgo:** La simulación es una muy buena herramienta para conocer el impacto en los procesos sin necesidad de llevarlos a cabo en la realidad. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 9
- c) **Visualización de procesos:** En la actualidad los paquetes de software para simulación tienden a ser más sencillos, lo que facilita su aplicación; gracias a las herramientas de animación que forman parte de muchos de esos paquetes es posible ver cómo se comportará un proceso una vez que sea mejorado. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 10

Entre otros.

## 2. Limitaciones de la simulación como herramienta de análisis:

- a) **Optimización y costos:** Aunque muchos paquetes de software permiten obtener el mejor escenario a partir de una combinación de variaciones posibles, la simulación **no es una herramienta de optimización**; además, **puede ser costosa cuando se quiere emplearla en problemas relativamente sencillos de resolver**, en lugar de utilizar soluciones analíticas que se han desarrollado de manera específica para ese tipo de casos.
- b) **Disponibilidad de tiempo:** Se requiere bastante tiempo —por lo general meses— para realizar un buen estudio de simulación; por desgracia, no todos los analistas tienen la disposición (o la oportunidad) de esperar ese tiempo para obtener una respuesta.
- c) **Conocimientos previos:** Es preciso que el analista domine el uso del paquete de simulación y que tenga sólidos conocimientos de estadística para interpretar los resultados; adicionalmente, ante una falta del mismo, los resultados de la simulación podrían llegar a ser idealistas, mucho más de lo que sería posible en la vida real, debido a una mala parametrización.

*Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, p. 10

## 3. Situaciones donde es más beneficioso un modelo de simulación sobre un modelo analítico:

- a) **Sistemas Complejos:** Cuando el sistema es demasiado complejo para ser descrito adecuadamente mediante análisis analíticos.
- b) **Evaluación Bajo Incertidumbre:** Se requiere evaluar el comportamiento del sistema bajo incertidumbre y variabilidad.
- c) **Experimentación Segura:** Necesario experimentar con diferentes políticas o escenarios sin riesgos para el sistema real.
- d) **Comprendión Visual:** Se busca una comprensión visual e interactiva del comportamiento del sistema.

*Modelación y Simulación - Tema 1 Introducción*, p. 7

4. **Identificación y mitigación de riesgos en un proyecto mediante la simulación:**  
La simulación permite identificar y mitigar riesgos en un proyecto al:

- a) **Modelar Escenarios de Riesgo:** Crear modelos que representen diferentes escenarios de riesgo.
- b) **Evaluar Impacto:** Analizar cómo los riesgos afectan el desempeño del proyecto.
- c) **Desarrollar Estrategias de Mitigación:** Probar diferentes estrategias para mitigar riesgos y evaluar su efectividad.
- d) **Monitoreo Continuo:** Utilizar la simulación para monitorear el progreso del proyecto y ajustar las estrategias de mitigación según sea necesario.

## Referencias

- [1] E. García, H. García y L. Cárdenas. *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Segunda Edición. PEARSON, México, 2013.
- [2] M. G. Machuca Cabrera. *Modelación y Simulación - Tema 1 Introducción*. Presentación de PowerPoint. Feb. de 2025.