



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO SIMULACIÓN DE SISTEMAS Laboratorio de cómputo

Programa Académico  
Plan de Estudios  
Fecha de elaboración  
Versión del Documento

Ingeniero en Software  
2021  
Junio 2025  
1.0



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

Dra. Martha Patricia Patiño Fierro  
**Rectora**

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina  
**Encargada del Despacho de la Secretaría General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña  
**Secretario General Administrativo**

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez  
**Encargado de Despacho de  
Secretario General de Planeación**

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>IDENTIFICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<i>Carga Horaria de la asignatura .....</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento .....</i>	<i>6</i>
<b>MATRIZ DE CORRESPONDENCIA .....</b>	<b>7</b>
<b>NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS .....</b>	<b>9</b>
<i>Reglamento general del laboratorio de cómputo. ....</i>	<i>9</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>9</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>9</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia .....</i>	<i>9</i>
<b>RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..</b>	<b>10</b>
<b>PRÁCTICAS.....</b>	<b>13</b>
<i>Introducción a la simulación de sistemas.....</i>	<i>14</i>
<i>Principios del modelado de sistemas.....</i>	<i>16</i>
<i>Identificación de elementos de un sistema.....</i>	<i>18</i>
<i>Números aleatorios en simulación .....</i>	<i>20</i>
<i>Implementación de generadores de números aleatorios .....</i>	<i>22</i>
<i>Validación estadística de variables aleatorias.....</i>	<i>24</i>
<i>Generación de variables aleatorias (discretas y continuas) .....</i>	<i>26</i>
<i>Simulación de eventos discretos en hojas de cálculo .....</i>	<i>28</i>
<i>Simulación con lenguaje de propósito general.....</i>	<i>30</i>
<i>Uso de software especializado: Arena o ProModel .....</i>	<i>32</i>
<i>Diseño de proyecto de simulación .....</i>	<i>34</i>
<i>Presentación del proyecto final de simulación .....</i>	<i>36</i>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>40</b>
<i>Anexo 1. Glosario de términos clave .....</i>	<i>41</i>
<i>Anexo 2. Notación simbólica y fórmulas estadísticas.....</i>	<i>42</i>
<i>Anexo 3. Cuadro comparativo de distribuciones de probabilidad .....</i>	<i>43</i>
<i>Anexo 4. Recursos sugeridos .....</i>	<i>44</i>

## INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Este manual tiene como propósito guiar y apoyar al estudiante en la ejecución de prácticas de laboratorio correspondientes a la asignatura de Simulación de Sistemas. Facilita la aplicación de conceptos teóricos a través de actividades estructuradas que promueven el análisis, diseño e implementación de modelos computacionales para la representación y estudio de sistemas reales o hipotéticos.

La asignatura de Simulación de Sistemas forma parte del área de formación profesional del plan de estudios de Ingeniería en Software, y proporciona herramientas metodológicas y computacionales para modelar comportamientos complejos, optimizar procesos y fundamentar la toma de decisiones. Este manual apoya el desarrollo de habilidades clave para implementar simulaciones con lenguajes de propósito general y software especializado, fortaleciendo el perfil de egreso en áreas relacionadas con análisis de datos, automatización y mejora de procesos organizacionales.

### *Competencias a desarrollar*

#### **Competencias blandas**

- Trabajo colaborativo en el diseño y análisis de modelos de simulación.
- Comunicación efectiva al documentar y presentar resultados.
- Organización y gestión del tiempo en el desarrollo de proyectos.
- Uso de tecnologías digitales para la simulación, análisis y visualización de datos.

### **Competencias disciplinares**

- Comprensión de conceptos clave sobre sistemas, modelos, eventos y simulación.
- Aplicación de técnicas estadísticas y computacionales para la generación y validación de variables aleatorias.
- Diseño de modelos de simulación utilizando hojas de cálculo, lenguajes de programación y plataformas especializadas.
- Análisis e interpretación de resultados derivados de experimentos simulados.

### **Competencias profesionales**

- Desarrollo de propuestas de simulación aplicadas a contextos organizacionales reales.
- Implementación de modelos computacionales conforme a estándares de calidad del software (ISO/IEC).
- Apoyo a la toma de decisiones mediante el uso de simulaciones y análisis cuantitativo.
- Presentación profesional de resultados y documentación técnica alineada al perfil del ingeniero en software.

## IDENTIFICACIÓN

<b>Nombre de la Asignatura</b>		<b>Simulación de Sistemas</b>	
<b>Clave</b>	<b>061CP048</b>	<b>Créditos</b>	<b>6</b>
<b>Asignaturas Antecedentes</b>		<b>Plan de Estudios</b>	<b>2021</b>

Área de Competencia	Competencia del curso
Formación profesional	Implementar soluciones de negocio basadas en técnicas de simulación en las diferentes áreas de la organización, utilizando modelos matemáticos que describan los sistemas susceptibles de ser simulados antes de implementarlos, generando soluciones virtuales para evaluar decisiones bajo los estándares de calidad de software, con un alto sentido de responsabilidad, innovación y trabajo en equipo.

### Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>

### Consignación del Documento

<b>Unidad Académica</b>	Unidad Académica Hermosillo
<b>Fecha de elaboración</b>	Junio 2025
<b>Responsables del diseño</b>	MIST. Patricia Shihemy Carrillo Villafañá
<b>Validación</b>	
<b>Recepción</b>	Coordinación de Procesos Educativos

## MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
1. Introducción a la simulación de sistemas	Desarrollar software con la finalidad de agilizar los procesos y la toma de decisiones en empresas públicas y privadas, bajo estándares de calidad nacional e internacional con enfoque de liderazgo.
2. Principios del modelado de sistemas	Desarrollar software con la finalidad de agilizar los procesos y la toma de decisiones en empresas públicas y privadas, bajo estándares de calidad nacional e internacional con enfoque de liderazgo.
3. Identificación de elementos de un sistema	Desarrollar software con la finalidad de agilizar los procesos y la toma de decisiones en empresas públicas y privadas, bajo estándares de calidad nacional e internacional con enfoque de liderazgo.
4. Números aleatorios en simulación	Aplicar soluciones e innovaciones tecnológicas con la finalidad de automatizar los procesos, atendiendo los principios de la organización y gestión efectiva de la información en los departamentos que así lo requieran, poniendo en práctica sus habilidades de trabajo en equipo y planeación.
5. Implementación de generadores de números aleatorios	Desarrollar software con la finalidad de agilizar los procesos y la toma de decisiones en empresas públicas y privadas, bajo estándares de calidad nacional e internacional con enfoque de liderazgo.
6. Validación estadística de variables aleatorias	Aplicar soluciones e innovaciones tecnológicas con la finalidad de automatizar los procesos, atendiendo los principios de la organización y gestión efectiva de la información en los departamentos que así lo requieran, poniendo en práctica sus habilidades de trabajo en equipo y planeación.
7. Generación de variables aleatorias (discretas y continuas)	Crear bases de datos para una gestión eficiente de la información, garantizando la integridad y seguridad de los datos, atendiendo los

	requerimientos de la organización con un sentido de liderazgo e innovación.
8. Simulación de eventos discretos en hojas de cálculo	Aplicar soluciones e innovaciones tecnológicas con la finalidad de automatizar los procesos, atendiendo los principios de la organización y gestión efectiva de la información en los departamentos que así lo requieran, poniendo en práctica sus habilidades de trabajo en equipo y planeación.
9. Simulación con lenguaje de propósito general	Desarrollar software con la finalidad de agilizar los procesos y la toma de decisiones en empresas públicas y privadas, bajo estándares de calidad nacional e internacional con enfoque de liderazgo.
10. Uso de software especializado: Arena o ProModel	Aplicar soluciones e innovaciones tecnológicas con la finalidad de automatizar los procesos, atendiendo los principios de la organización y gestión efectiva de la información en los departamentos que así lo requieran, poniendo en práctica sus habilidades de trabajo en equipo y planeación.
11. Diseño de proyecto de simulación	Aplicar soluciones e innovaciones tecnológicas con la finalidad de automatizar los procesos, atendiendo los principios de la organización y gestión efectiva de la información en los departamentos que así lo requieran, poniendo en práctica sus habilidades de trabajo en equipo y planeación.
12. Presentación del proyecto final de simulación	Aplicar soluciones e innovaciones tecnológicas con la finalidad de automatizar los procesos, atendiendo los principios de la organización y gestión efectiva de la información en los departamentos que así lo requieran, poniendo en práctica sus habilidades de trabajo en equipo y planeación.

## **NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS**

### **Reglamento general del laboratorio de cómputo.**

El laboratorio de cómputo es un espacio académico destinado al desarrollo de habilidades técnicas en un ambiente controlado y colaborativo. Para asegurar su buen funcionamiento, la Universidad Estatal de Sonora establece una serie de disposiciones internas que regulan su uso.:

### **Reglamento de uniforme**

Todo estudiante deberá portar en cada práctica el uniforme oficial del programa educativo, si existe o en condiciones que no afecten su seguridad.

### **Uso adecuado del equipo y materiales**

- Disposiciones para los estudiantes.
- Reportar inmediatamente cualquier falla o falta del equipo de laboratorio
- Utilizar solo la computadora que le fue asignada
- Cada estudiante es responsable del equipo que le fue asignado durante el tiempo que la utilice
- Mantener el espacio despejado
- Acatar las disposiciones generales para usuarios
- Queda prohibido
  - Cambiar de lugar el equipo de cómputo
  - Utilizar el mensajero(chat)
  - Acceder a páginas de internet no autorizadas
  - Instalar ni copiar los programas de laboratorio
  - Traer equipo que no pertenezca al laboratorio
  - El acceso a personas ajenas a la institución
  - Permanecer en el laboratorio sin motivo

### **Procedimientos en caso de emergencia**

Mantener la calma y seguir las instrucciones del docente o personal responsable.

Interrumpir de inmediato el uso del equipo y desconectar aparatos eléctricos si es seguro hacerlo.

Identificar y seguir las rutas de evacuación señaladas en el laboratorio de cómputo.

Dirigirse al punto de reunión establecido.

Reportar a la autoridad institucional cualquier incidente, accidente o situación que represente un riesgo para la integridad de las personas o las instalaciones.

En caso de incendio, fuga de gas, descarga eléctrica o contacto con sustancias peligrosas, se aplicarán los protocolos específicos de seguridad.

## RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>EC 1</b>
	Identificar las características y funciones principales de la simulación de sistemas, así como su metodología para seleccionar las técnicas necesarias de la propuesta de soluciones de negocio dentro de las organizaciones, considerando la norma ISO/IEC 9126 de calidad de software, demostrando capacidad de análisis, organización y responsabilidad.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica 1	Introducción a la simulación de sistemas	Comprender los fundamentos de la simulación de sistemas, diferenciando entre tipos de sistemas y modelos, así como su relevancia en la toma de decisiones. El estudiante podrá identificar cuándo y por qué aplicar simulación en contextos reales.
Práctica 2	Principios del modelado de sistemas	Analizar los distintos tipos de modelos (analíticos, simbólicos y eventos discretos), reconociendo su estructura y utilidad para representar sistemas reales. El alumno podrá clasificar y seleccionar el tipo de modelo adecuado según el caso de estudio.
Práctica 3	Identificación de elementos de un sistema	Reconocer e interpretar los componentes esenciales de un sistema: entidades, atributos, eventos, actividades, recursos y estados. El estudiante podrá mapear un sistema real a su equivalente simulado.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>EC 2</b>
	Utilizar las técnicas de generación y validación de variables aleatorias, para realizar un modelo matemático computacional de las áreas susceptibles a ser simuladas para brindar soporte a las operaciones diarias de la organización, a través del trabajo en equipo e innovación, en base a los estándares de calidad establecidos por la norma ISO/IEC de implantación de software.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica 4	Números aleatorios en simulación	Explicar la importancia del uso de números aleatorios en simulación, comparando métodos de generación y criterios de calidad. El estudiante podrá elaborar esquemas y argumentos para evaluar generadores de números aleatorios.
Práctica 5	Implementación de generadores de números aleatorios	Codificar generadores básicos de números aleatorios en lenguajes como Python o Java, aplicando métodos como cuadrados medios o congruencial lineal. Se refuerzan habilidades de programación y análisis de salida..
Práctica 6	Validación estadística de variables aleatorias	Aplicar pruebas estadísticas para validar la calidad de los números aleatorios generados, interpretando resultados para determinar uniformidad, independencia y adecuación del generador.
Práctica 7	Generación de variables aleatorias (discretas y continuas)	Transformar números aleatorios en variables aleatorias con distribuciones específicas (binomial, exponencial, normal) mediante métodos como la transformada inversa y la composición. El estudiante podrá ajustar modelos a contextos reales.
Práctica 8	Simulación de eventos discretos en hojas de cálculo	Modelar procesos de eventos discretos utilizando herramientas accesibles como Excel, comprendiendo el flujo de eventos, filas de espera, y la relación entre entradas, procesos y salidas.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>EC 3</b>
	Implementar un modelo de simulación computacional dentro de las áreas seleccionadas de la organización, para poder brindar soporte para la toma de decisiones a través del análisis y resolución de problemas con un enfoque innovador, cumpliendo con la norma de calidad ISO/IEC de la implantación de software.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica 9	Simulación con lenguaje de propósito general	Diseñar e implementar simulaciones completas de sistemas simples en lenguajes como Python o C, reforzando la lógica algorítmica, el manejo de estructuras de datos y la presentación

		estructurada de resultados.
Práctica 10	Uso de software especializado: Arena o ProModel	Utilizar plataformas profesionales de simulación para modelar sistemas más complejos, interpretar salidas gráficas y estadísticas, y justificar decisiones basadas en simulación.
Práctica 11	Diseño de proyecto de simulación	Integrar conocimientos adquiridos para diseñar un proyecto de simulación con propósito organizacional. El estudiante identificará el sistema a simular, los datos requeridos y el enfoque de análisis.
Práctica 12	Presentación del proyecto final de simulación	Comunicar efectivamente los resultados del proyecto de simulación, utilizando presentaciones orales, gráficas, reportes técnicos y documentación conforme a estándares académicos y profesionales.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# PRÁCTICAS

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Introducción a la simulación de sistemas</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Comprender los fundamentos de la simulación de sistemas, diferenciando entre tipos de sistemas y modelos, así como su relevancia en la toma de decisiones. El estudiante podrá identificar cuándo y por qué aplicar simulación en contextos reales.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>La simulación es una técnica que permite modelar el comportamiento de un sistema real mediante la ejecución controlada de experimentos sobre un modelo. Se emplea para estudiar, evaluar o mejorar sistemas complejos sin incurrir en los costos o riesgos de modificar directamente la realidad.</p> <p>Los conceptos clave incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistema:</b> Conjunto de elementos interrelacionados que persiguen un objetivo común.</li> <li>• <b>Modelo:</b> Representación simplificada de un sistema, puede ser físico, matemático o computacional.</li> <li>• <b>Simulación:</b> Ejecución controlada del modelo para observar su comportamiento bajo diferentes condiciones.</li> <li>• <b>Evento:</b> Cambio discreto en el estado del sistema en un momento específico del tiempo.</li> </ul>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora personal o de laboratorio</li> <li>• Acceso a internet para investigación teórica</li> <li>• Hojas de trabajo o editor de texto para documentación</li> <li>• Plataforma educativa institucional.</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una investigación documental sobre los términos clave: sistema, modelo, simulación, eventos, variables.</li> <li>2. Elaborar un resumen o esquema conceptual explicativo.</li> <li>3. Analizar ejemplos de sistemas simulables (empresariales, tecnológicos, logísticos).</li> <li>4. Discutir en clase o en equipo la importancia de la simulación en el ámbito profesional.</li> <li>5. Documentar los hallazgos con citas confiables.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión clara de los términos fundamentales.</li> <li>• Representación gráfica o conceptual de un sistema y su modelo.</li> <li>• Ejemplos concretos de aplicación de simulación.</li> <li>• Documento de síntesis con referencias adecuadas.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
-------------------------------

- ¿Qué diferencias observaste entre sistema y modelo?
- ¿Cómo influye el tipo de modelo en el nivel de análisis?
- ¿En qué áreas o industrias puede ser útil la simulación?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La simulación es esencial para evaluar sistemas complejos.
- Permite reducir costos y riesgos al probar escenarios virtuales.
- Favorece el pensamiento crítico y la abstracción lógica.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaborar un mapa conceptual usando herramientas digitales.
- Investigar aplicaciones actuales de la simulación (salud, industria, transporte).
- Identificar un sistema cotidiano que pueda modelarse.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Claridad conceptual en la investigación</li> <li>• Organización y presentación del documento</li> <li>• Participación activa en discusión o actividades grupales</li> <li>• Uso de fuentes confiables</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Investigación de conceptos
Formatos de reporte de prácticas	Formato de prácticas -Alumno

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Principios del modelado de sistemas</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Analizar los distintos tipos de modelos (analíticos, simbólicos y eventos discretos), reconociendo su estructura y utilidad para representar sistemas reales. El alumno podrá clasificar y seleccionar el tipo de modelo adecuado según el caso de estudio.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>El modelado de sistemas es una técnica fundamental para entender, representar y mejorar sistemas complejos. Existen distintos tipos de modelos, cada uno con diferentes niveles de abstracción y aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Modelos analíticos:</b> Se basan en fórmulas matemáticas; son útiles para representar sistemas bien definidos y determinísticos.</li> <li>• <b>Modelos simbólicos:</b> Representan sistemas mediante símbolos o diagramas que explican las relaciones entre componentes.</li> <li>• <b>Modelos de eventos discretos:</b> Simulan el comportamiento de sistemas cuyo estado cambia en puntos específicos del tiempo debido a la ocurrencia de eventos.</li> </ul> <p>El modelado permite prever el comportamiento de un sistema, evaluar decisiones y proponer mejoras sin intervenir físicamente en el entorno real.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con software de edición gráfica (PowerPoint, Canva, Lucidchart, etc.)</li> <li>• Acceso a internet para consulta de ejemplos y herramientas</li> <li>• Documentos base o bibliografía recomendada</li> <li>• Plataforma educativa institucional</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigar los tipos de modelos de sistemas (analíticos, simbólicos, eventos discretos).</li> <li>2. Realizar un mapa conceptual comparativo entre los tipos de modelado.</li> <li>3. Identificar ejemplos reales que se ajusten a cada tipo de modelo.</li> <li>4. Seleccionar un sistema real o hipotético y justificar qué tipo de modelo es más adecuado para representarlo.</li> <li>5. Presentar y discutir en equipo o clase los resultados.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa conceptual claro y completo sobre los tipos de modelos.</li> <li>• Ejemplificación acertada de cada tipo de modelado.</li> <li>• Análisis razonado del tipo de modelo aplicado a un sistema.</li> <li>• Presentación clara con lenguaje técnico adecuado.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué ventajas y desventajas observaste en cada tipo de modelo?</li> </ul>

- ¿Cuál resultó más apropiado para el sistema elegido y por qué?
- ¿Cómo se relaciona el tipo de modelado con el propósito de la simulación?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El tipo de modelado afecta directamente la precisión, complejidad y aplicabilidad de una simulación.
- La correcta selección del modelo depende del objetivo del estudio y la naturaleza del sistema.
- Esta práctica fomenta el pensamiento analítico y la capacidad de abstracción.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Redactar un breve ensayo sobre la importancia del modelado en ingeniería.
- Buscar aplicaciones industriales del modelado de eventos discretos.
- Representar gráficamente un modelo simbólico con software de diagramación.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad y claridad del mapa conceptual</li> <li>• Relevancia y coherencia de los ejemplos elegidos</li> <li>• Presentación estructurada y justificada</li> <li>• Participación y uso adecuado de recursos</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Mapa conceptual
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Identificación de elementos de un sistema</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Reconocer e interpretar los componentes esenciales de un sistema: entidades, atributos, eventos, actividades, recursos y estados. El estudiante podrá mapear un sistema real a su equivalente simulado.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Para modelar un sistema mediante simulación, es necesario identificar sus componentes fundamentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Entidades:</b> Objetos que se mueven a través del sistema y son procesados (por ejemplo, clientes, productos, vehículos).</li> <li>• <b>Atributos:</b> Características propias de las entidades (tiempo de llegada, prioridad, tamaño).</li> <li>• <b>Eventos:</b> Cambios en el estado del sistema causados por acciones (inicio o fin de atención, llegada, salida).</li> <li>• <b>Actividades:</b> Procesos o tareas que consumen tiempo (atención al cliente, transporte).</li> <li>• <b>Recursos:</b> Elementos del sistema que prestan servicios y pueden estar ocupados o libres (empleados, máquinas).</li> <li>• <b>Estados:</b> Situaciones del sistema en un momento dado (cola vacía, recurso ocupado, sistema inactivo).</li> </ul> <p>Estos elementos permiten construir una representación clara y dinámica del sistema a simular.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Plantillas para análisis de sistemas (tablas o diagramas)</li> <li>• Acceso a internet y bibliografía</li> <li>• Herramientas de diagramación (Lucidchart, draw.io, PowerPoint)</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar un sistema real o hipotético (por ejemplo, atención en un banco, líneas de producción).</li> <li>2. Identificar y listar entidades, atributos, eventos, recursos y estados del sistema.</li> <li>3. Representar gráficamente los componentes y relaciones del sistema.</li> <li>4. Discutir y documentar cómo se comporta el sistema bajo ciertas condiciones.</li> <li>5. Elaborar una tabla resumen y una presentación del análisis.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista bien estructurada de los elementos del sistema.</li> <li>• Representación gráfica clara del flujo y relaciones.</li> <li>• Análisis sobre el comportamiento del sistema.</li> <li>• Documento bien organizado con referencias.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué elementos fueron más difíciles de identificar?</li> </ul>

- ¿Cómo se interrelacionan los componentes del sistema?
- ¿Cuáles son los puntos críticos que podrían modelarse para simulación?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Identificar los elementos de un sistema es clave para construir modelos precisos.
- Esta práctica desarrolla la capacidad de observación, análisis y abstracción.
- La correcta definición de recursos y eventos determina el comportamiento simulado.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Realizar el mismo análisis para un sistema diferente.
- Investigar cómo las herramientas de simulación representan estos elementos.
- Dibujar un diagrama de flujo con notación estándar.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión y exhaustividad en la identificación de elementos</li> <li>• Coherencia del modelo gráfico</li> <li>• Argumentación en el análisis</li> <li>• Documentación técnica y ordenada</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios.
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Números aleatorios en simulación</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Explicar la importancia del uso de números aleatorios en simulación, comparando métodos de generación y criterios de calidad. El estudiante podrá elaborar esquemas y argumentos para evaluar generadores de números aleatorios.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Los números aleatorios son la base de la simulación estocástica, pues permiten representar incertidumbre y variabilidad en los sistemas. Un generador de números aleatorios produce valores que simulan variables independientes distribuidas uniformemente en el intervalo (0,1). Para ser útiles en simulación, deben cumplir con características como uniformidad, independencia, ciclo largo y eficiencia computacional.</p> <p>Algunos métodos comunes incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuadrados medios:</b> Técnica antigua basada en el cuadrado de un número semilla.</li> <li>• <b>Congruencial lineal:</b> Algoritmo ampliamente utilizado en programación, definido por la fórmula:  <math display="block">X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m</math> <math display="block">X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m</math> </li> </ul> <p>Estos generadores deben ser evaluados con pruebas estadísticas como la de medias, varianza, chi-cuadrado, entre otras.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con software de hojas de cálculo o lenguaje de programación</li> <li>• Acceso a internet y a documentación técnica</li> <li>• Calculadora estadística (opcional)</li> <li>• Cuadro sinóptico para organizar resultados</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Investigar el concepto y función de los números aleatorios en simulación.</li> <li>2. Elaborar un cuadro sinóptico que incluya:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Métodos de generación</li> <li>○ Fórmulas</li> <li>○ Ventajas y desventajas</li> <li>○ Ejemplos de aplicación</li> </ul> </li> <li>3. Investigar brevemente qué es una prueba de aleatoriedad y su finalidad.</li> <li>4. Documentar la información con fuentes confiables.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuadro sinóptico completo y claro</li> <li>• Comprensión de los fundamentos y criterios de los generadores</li> <li>• Relación entre teoría y aplicación en sistemas reales</li> <li>• Documento organizado con referencias técnicas</li> </ul>

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué método consideras más confiable y por qué?
- ¿Por qué es importante validar los números aleatorios antes de usarlos en simulación?
- ¿Qué implicaciones tendría utilizar un generador defectuoso?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Los números aleatorios son el eje de las simulaciones estocásticas.
- La validación estadística garantiza modelos realistas y funcionales.
- Esta práctica fortalece el razonamiento estadístico y lógico.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar otros métodos de generación más modernos.
- Simular manualmente un generador congruencial en Excel o Python.
- Resolver ejercicios de validación básica con medias o varianzas.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad del cuadro sinóptico</li> <li>• Claridad conceptual</li> <li>• Presentación ordenada</li> <li>• Referencias adecuadas y confiables</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de cuadro sinóptico
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Implementación de generadores de números aleatorios</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Codificar generadores básicos de números aleatorios en lenguajes como Python o Java, aplicando métodos como cuadrados medios o congruencial lineal. Se refuerzan habilidades de programación y análisis de salida.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Los generadores de números aleatorios son algoritmos fundamentales en la simulación de sistemas. Esta práctica se enfoca en la implementación computacional de dos métodos clásicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuadrados medios:</b> Método que toma una semilla, la eleva al cuadrado y extrae los dígitos centrales para generar el siguiente número.</li> <li>• <b>Congruencial lineal:</b> Uno de los algoritmos más usados, con fórmula: <math>X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m</math>, donde <math>a</math>, <math>c</math>, <math>m</math> son parámetros definidos.</li> </ul> <p>Ambos métodos se pueden implementar fácilmente en lenguajes como Python o Java y se utilizan para generar secuencias de números pseudoaleatorios distribuidos uniformemente en el intervalo (0,1).</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con entorno de desarrollo (IDLE para Python, NetBeans o IntelliJ para Java)</li> <li>• Acceso a internet para documentación</li> <li>• Calculadora o software de hoja de cálculo para validación de resultados</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar la teoría y fórmulas de los métodos de cuadrados medios y congruencial lineal.</li> <li>2. Especificar valores para los parámetros del algoritmo (semilla, <math>a</math>, <math>c</math>, <math>m</math>).</li> <li>3. Codificar el algoritmo en el lenguaje elegido.</li> <li>4. Generar una secuencia de al menos 20 números pseudoaleatorios.</li> <li>5. Evaluar visualmente su distribución y discutir su comportamiento.</li> <li>6. Documentar el código y los resultados obtenidos.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código funcional y documentado</li> <li>• Secuencia de números generados correctamente</li> <li>• Análisis de uniformidad visual o básica</li> <li>• Comprensión del proceso de generación y su relevancia</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
-------------------------------

- ¿El generador produce una secuencia aceptablemente aleatoria?
- ¿Cómo afectan los parámetros del algoritmo a la salida?
- ¿Qué limitaciones tiene el método seleccionado?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La implementación de generadores permite comprender a fondo el concepto de aleatoriedad computacional.
- Este conocimiento es esencial para simular variables aleatorias y construir modelos realistas.
- La práctica fortalece competencias en programación, matemáticas aplicadas y validación.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar la secuencia generada con la función `random()` de Python o `Math.random()` en Java.
- Implementar una prueba de media y varianza básica.
- Investigar generadores modernos como Mersenne Twister.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código correcto y funcional</li> <li>• Presentación clara y estructurada de resultados</li> <li>• Análisis lógico del comportamiento del generador</li> <li>• Documentación técnica adecuada</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Validación estadística de variables aleatorias</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Aplicar pruebas estadísticas para validar la calidad de los números aleatorios generados, interpretando resultados para determinar uniformidad, independencia y adecuación del generador.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

En simulación, validar una secuencia de números o variables aleatorias es esencial para asegurar que reflejen adecuadamente el comportamiento que se desea modelar. Las pruebas estadísticas permiten verificar si los valores generados siguen la distribución teórica esperada.

Entre las pruebas más comunes se encuentran:

- **Prueba de la media y la varianza:** Evalúan si los valores se centran en el valor esperado y cuán dispersos están.
- **Chi-cuadrado:** Compara la frecuencia observada con la esperada en intervalos definidos.
- **Kolmogorov-Smirnov:** Evalúa la diferencia máxima entre la función de distribución empírica y la teórica.

Estas pruebas se pueden aplicar sobre números generados con distribuciones uniformes, normales, exponenciales, etc.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Computadora con Excel, Python o calculadora estadística
- Datos generados previamente con algún generador aleatorio
- Tablas estadísticas (valor crítico de chi-cuadrado, K-S)
- Documentos de apoyo teórico

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Tomar una secuencia de variables aleatorias generadas previamente.
2. Elegir y aplicar al menos dos pruebas estadísticas: media, varianza, chi-cuadrado o K-S.
3. Calcular los valores esperados y compararlos con los observados.
4. Establecer el nivel de significancia y el valor crítico de la prueba.
5. Determinar si la secuencia pasa o falla la validación.
6. Documentar los procedimientos y análisis.

### RESULTADOS ESPERADOS

- Aplicación correcta de pruebas estadísticas
- Resultados numéricos bien estructurados
- Juicio estadístico sobre la validez de los datos
- Informe técnico completo con interpretación

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Los resultados cumplen con las condiciones de la prueba?
- ¿Qué conclusiones se derivan del valor calculado respecto al valor crítico?
- ¿La variable aleatoria puede ser usada en una simulación confiable?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La validación estadística garantiza la integridad del modelo simulado.
- Estas pruebas forman parte del ciclo de aseguramiento de calidad en simulación.
- La práctica fomenta el análisis crítico y el uso aplicado de la estadística.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Repetir las pruebas con una nueva secuencia.
- Comparar la salida de un generador diferente.
- Investigar cómo validan datos los softwares de simulación profesionales.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación correcta de fórmulas y criterios estadísticos</li> <li>• Precisión en los cálculos</li> <li>• Claridad en la interpretación</li> <li>• Documentación completa</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Generación de variables aleatorias (discretas y continuas)</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Transformar números aleatorios en variables aleatorias con distribuciones específicas (binomial, exponencial, normal) mediante métodos como la transformada inversa y la composición. El estudiante podrá ajustar modelos a contextos reales.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>En simulación, es común necesitar variables aleatorias que sigan una distribución específica (por ejemplo, Poisson para conteos, exponencial para tiempos entre eventos). A partir de números aleatorios uniformes, se pueden generar variables con otras distribuciones mediante técnicas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Transformada inversa:</b> Usada para distribuciones con función de distribución acumulada conocida.</li> <li>• <b>Composición:</b> Combina distribuciones simples para generar más complejas.</li> <li>• <b>Convulación:</b> Suma de variables aleatorias independientes, útil para modelar acumulaciones.</li> </ul> <p>Estas técnicas son clave para adaptar modelos estocásticos a la realidad del sistema simulado.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con Python, Excel o software de simulación</li> <li>• Acceso a bibliografía sobre funciones de distribución</li> <li>• Calculadora científica</li> <li>• Editor de código o plantillas de hoja de cálculo</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar la fórmula de transformada inversa para una distribución simple (exponencial, uniforme).</li> <li>2. Implementar la transformación en un programa o hoja de cálculo.</li> <li>3. Repetir el proceso para una distribución discreta (por ejemplo, binomial o Poisson).</li> <li>4. Generar un conjunto de al menos 30 valores por cada método.</li> <li>5. Graficar la distribución de los resultados y compararlos con la forma teórica.</li> <li>6. Analizar si la transformación fue efectiva y correcta.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código o fórmula funcional de transformación</li> <li>• Listado de variables generadas</li> <li>• Gráfica de distribución resultante</li> <li>• Análisis de ajuste con respecto a la distribución esperada</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Se logró un ajuste aceptable a la distribución teórica?</li> <li>• ¿Qué limitaciones encontraste al aplicar las transformaciones?</li> <li>• ¿Cómo podría usarse esta técnica en un modelo real?</li> </ul>

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La generación de variables aleatorias específicas es esencial en simulaciones realistas.
- Las transformaciones deben ser correctamente aplicadas para evitar sesgos.
- Esta práctica refuerza habilidades en análisis numérico, programación y validación.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Probar la generación con otra distribución como normal o triangular.
- Comparar las salidas entre métodos y distribuciones.
- Investigar librerías estadísticas que faciliten esta tarea.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación correcta del método</li> <li>• Calidad de la documentación técnica</li> <li>• Gráficos bien estructurados</li> <li>• Coherencia del análisis</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Simulación de eventos discretos en hojas de cálculo</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Modelar procesos de eventos discretos utilizando herramientas accesibles como Excel, comprendiendo el flujo de eventos, filas de espera y la relación entre entradas, procesos y salidas.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>La simulación de eventos discretos representa el comportamiento de sistemas en los que los cambios ocurren en momentos puntuales provocados por eventos (por ejemplo, la llegada de un cliente o el fin de un servicio).</p> <p>El uso de hojas de cálculo como Excel permite implementar simulaciones sencillas sin necesidad de lenguajes de programación complejos. En este contexto, los elementos clave son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reloj de simulación:</b> Lleva el control del tiempo.</li> <li>• <b>Variables de estado:</b> Cambian con los eventos (por ejemplo, tamaño de la cola).</li> <li>• <b>Eventos:</b> Llegadas, salidas, interrupciones, etc.</li> <li>• <b>Tablas de simulación:</b> Registro paso a paso del sistema, donde se analizan las métricas.</li> </ul>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con Microsoft Excel o software compatible</li> <li>• Plantilla de simulación en blanco (opcional)</li> <li>• Datos de entrada (tasas de llegada, tiempo de servicio)</li> <li>• Calculadora y gráficas de apoyo</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plantear un escenario sencillo: sistema de atención con una sola fila y servidor.</li> <li>2. Generar números aleatorios para simular tiempos de llegada y atención.</li> <li>3. Estructurar una tabla con los siguientes campos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Número de cliente</li> <li>○ Hora de llegada</li> <li>○ Inicio de atención</li> <li>○ Tiempo de atención</li> <li>○ Tiempo en sistema</li> <li>○ Tiempo en espera</li> </ul> </li> <li>4. Calcular los tiempos totales, promedios y graficar el comportamiento.</li> <li>5. Analizar los cuellos de botella o condiciones de saturación.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla completa de simulación paso a paso</li> <li>• Análisis de desempeño del sistema (tiempo promedio en fila, uso del servidor, etc.)</li> <li>• Gráfica del comportamiento del sistema en el tiempo</li> <li>• Conclusiones sobre eficiencia y puntos críticos</li> </ul>

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué cliente tuvo el mayor tiempo de espera y por qué?
- ¿El sistema fue eficiente con los parámetros establecidos?
- ¿Cómo afectaría aumentar o disminuir la tasa de servicio?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Las hojas de cálculo permiten construir simulaciones rápidas y accesibles.
- Visualizar el sistema paso a paso mejora la comprensión del comportamiento del modelo.
- Esta técnica es útil para analizar decisiones operativas sin software especializado.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Añadir una segunda fila o servidor y comparar resultados.
- Implementar una política de prioridad de atención.
- Usar funciones de distribución en lugar de tiempos fijos.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correcta implementación del modelo</li> <li>• Cálculos precisos</li> <li>• Coherencia en los resultados</li> <li>• Documentación clara y explicativa</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Simulación con lenguaje de propósito general</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Diseñar e implementar simulaciones completas de sistemas simples en lenguajes como Python o C, reforzando la lógica algorítmica, el manejo de estructuras de datos y la presentación estructurada de resultados.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	
<p>Los lenguajes de propósito general como Python y C permiten construir simulaciones detalladas y flexibles, sin depender de plataformas específicas. En esta práctica se desarrolla una simulación de un sistema de colas, donde se representan eventos de llegada y atención de entidades (por ejemplo, clientes).</p> <p>Los conceptos clave incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estructuras de control:</b> Bucles, condicionales, funciones.</li> <li>• <b>Colas:</b> Estructuras de datos para manejar entidades en espera.</li> <li>• <b>Variables aleatorias:</b> Simulación de tiempos con distribución aleatoria.</li> <li>• <b>Métricas del sistema:</b> Tiempo promedio en cola, número de entidades atendidas, uso del servidor.</li> </ul>	

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con entorno de programación (Python, C, IDE)</li> <li>• Biblioteca aleatoria (random en Python o stdlib.h en C)</li> <li>• Plantillas o ejemplos de simulación</li> <li>• Herramienta para graficar (opcional)</li> </ul>	

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir el sistema a simular: una cola simple con un servidor.</li> <li>2. Codificar las funciones de llegada y atención usando variables aleatorias.</li> <li>3. Usar una estructura de lista o arreglo para representar la cola.</li> <li>4. Simular el paso del tiempo con una estructura cíclica.</li> <li>5. Registrar métricas de desempeño: tiempos promedio, uso del servidor, etc.</li> <li>6. Imprimir o graficar los resultados al finalizar la ejecución.</li> <li>7. Comentar y documentar el código.</li> </ol>	

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa funcional de simulación</li> <li>• Resultados impresos con indicadores clave</li> <li>• Documentación clara del código y funcionamiento</li> <li>• Análisis técnico de desempeño del sistema</li> </ul>	

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles fueron los tiempos promedio de espera y atención?</li> <li>• ¿Qué porcentaje del tiempo estuvo ocupado el servidor?</li> <li>• ¿Cómo afecta el tamaño de la cola o la frecuencia de llegada al rendimiento?</li> </ul>	

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Programar simulaciones desde cero permite comprender a fondo la dinámica de eventos y procesos.
- Esta práctica integra conocimientos de programación, estadística y modelado de sistemas.
- Favorece el razonamiento lógico y la capacidad de abstracción computacional.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Modificar el sistema para incluir múltiples servidores.
- Incorporar prioridades o tiempos de atención variables.
- Graficar la evolución del sistema con bibliotecas gráficas.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento correcto del programa</li> <li>• Calidad del código (estructura, comentarios)</li> <li>• Interpretación de los resultados</li> <li>• Documentación técnica clara</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Uso de software especializado: Arena o ProModel</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Utilizar plataformas profesionales de simulación para modelar sistemas más complejos, interpretar salidas gráficas y estadísticas, y justificar decisiones basadas en simulación.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Arena y ProModel son herramientas de simulación de eventos discretos ampliamente utilizadas en la industria para modelar sistemas logísticos, productivos y de servicios. Permiten representar gráficamente procesos, configurar recursos, entidades y eventos, y generar reportes estadísticos para la toma de decisiones.</p> <p>Características comunes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Entorno visual:</b> Drag-and-drop para construir modelos.</li> <li>• <b>Módulos parametrizables:</b> Llegadas, procesos, colas, salidas.</li> <li>• <b>Animación del sistema:</b> Visualización de la dinámica del modelo.</li> <li>• <b>Estadísticas automáticas:</b> Reportes de desempeño, gráficos, histogramas.</li> </ul>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con Arena Simulation Software o ProModel instalado</li> <li>• Caso de estudio base (servicio, manufactura o inventario)</li> <li>• Manuales o tutoriales de software</li> <li>• Hoja de diseño del modelo</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar un caso de estudio simple (atención en una farmacia, línea de ensamblaje, inventario).</li> <li>2. Diseñar el flujo del sistema con entradas, procesos y salidas.</li> <li>3. Modelar el sistema en Arena o ProModel usando los módulos adecuados.</li> <li>4. Configurar parámetros: tasa de llegada, duración del proceso, capacidad de recursos.</li> <li>5. Ejecutar la simulación y observar la animación del sistema.</li> <li>6. Analizar los resultados: tiempo en sistema, utilización de recursos, cuellos de botella.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo funcional implementado en el software</li> <li>• Reporte con métricas clave generadas automáticamente</li> <li>• Capturas de pantalla del modelo y resultados</li> <li>• Análisis de posibles mejoras en el sistema</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles fueron los indicadores de eficiencia del sistema?</li> <li>• ¿Qué módulos o procesos fueron más críticos?</li> <li>• ¿Qué decisiones podrían tomarse con base en el modelo simulado?</li> </ul>

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El uso de software especializado permite desarrollar modelos detallados y confiables.
- La visualización facilita la comprensión de sistemas complejos.
- Esta práctica fortalece habilidades en herramientas de simulación industrial.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Cambiar un parámetro clave (capacidad, tiempo) y analizar el efecto.
- Modelar un sistema diferente con base en el mismo flujo.
- Generar gráficos personalizados con los datos exportados.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correcta construcción del modelo</li> <li>• Coherencia entre el diseño y la simulación</li> <li>• Análisis crítico de resultados</li> <li>• Uso efectivo del software</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Solución individual de ejercicios
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Diseño de proyecto de simulación</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Integrar conocimientos adquiridos para diseñar un proyecto de simulación con propósito organizacional. El estudiante identificará el sistema a simular, los datos requeridos y el enfoque de análisis.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>El diseño de un proyecto de simulación implica seleccionar un sistema real o hipotético, definir claramente el objetivo del modelo, recolectar datos necesarios, elegir herramientas adecuadas y planificar su desarrollo. Este proceso requiere habilidades de análisis, modelado, programación y documentación técnica.</p> <p>Los elementos clave del diseño incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento del problema: Qué se busca resolver o analizar.</li> <li>• Delimitación del sistema: Límites, componentes y entorno.</li> <li>• Recolección de datos: Tasas de llegada, tiempos de atención, capacidad, etc.</li> <li>• Estrategia de modelado: Selección de software o lenguaje, tipo de simulación.</li> <li>• Criterios de evaluación: Indicadores a medir y forma de validarlos.</li> </ul>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con software de simulación</li> <li>• Acceso a internet y bibliografía técnica</li> <li>• Documentos de diseño (plantillas de planeación)</li> <li>• Herramientas de modelado y edición de texto</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar un sistema organizacional real (transporte, atención, manufactura).</li> <li>• Definir claramente el problema y los objetivos del proyecto.</li> <li>• Delimitar el sistema y recolectar los datos disponibles o supuestos.</li> <li>• Plantear los recursos necesarios, variables clave y restricciones.</li> <li>• Diseñar el enfoque metodológico: software, técnicas estadísticas, pruebas.</li> <li>• Elaborar un documento de propuesta detallada del proyecto.</li> </ul>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Documento de diseño completo y estructurado</li> <li>– Justificación del modelo y metodología</li> <li>– Análisis preliminar de viabilidad</li> <li>– Planeación del desarrollo del modelo</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
¿El problema está claramente definido?

¿Qué retos técnicos presenta el diseño?  
¿El enfoque propuesto es factible con los recursos y conocimientos disponibles?

**CONCLUSIONES Y REFLEXIONES**

Diseñar un proyecto permite integrar habilidades conceptuales, técnicas y analíticas.  
Un buen diseño es clave para una implementación exitosa.  
Esta práctica impulsa el pensamiento estratégico y la planificación efectiva.

**ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

- Comparar el diseño con un caso de estudio documentado.
- Evaluar el impacto potencial del proyecto propuesto.
- Simular la validación de los datos recolectados.

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

Criterios de evaluación	Claridad y profundidad del diseño Justificación de cada decisión metodológica Coherencia entre objetivos, datos y técnicas
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Proyecto Integrador
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>	<b>Presentación del proyecto final de simulación</b>
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Comunicar efectivamente los resultados del proyecto de simulación, utilizando presentaciones orales, gráficas, reportes técnicos y documentación conforme a estándares académicos y profesionales.

<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p>Una parte esencial del ciclo de simulación es la comunicación efectiva de los resultados. Esto permite justificar decisiones, evaluar escenarios y mostrar evidencias del modelo construido.</p> <p>La presentación debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contexto y objetivo del proyecto</b></li> <li>• <b>Metodología de simulación aplicada</b></li> <li>• <b>Resultados obtenidos (métricas, gráficas, animaciones)</b></li> <li>• <b>Conclusiones técnicas y recomendaciones</b></li> </ul> <p>El dominio de habilidades de presentación, redacción técnica y visualización de datos es clave para cerrar exitosamente el proceso de simulación.</p>

<b>MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora con software de presentación (PowerPoint, Google Slides)</li> <li>• Proyector o plataforma para compartir pantalla</li> <li>• Documento del proyecto final</li> <li>• Archivos del modelo de simulación</li> <li>• Herramientas gráficas (Excel, Canva, etc.)</li> </ul>

<b>PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar una presentación estructurada del proyecto de simulación.</li> <li>2. Incluir todos los elementos esenciales: introducción, modelo, resultados, conclusiones.</li> <li>3. Incorporar evidencias visuales (capturas, gráficos, videos del modelo).</li> <li>4. Ensayar la exposición oral.</li> <li>5. Realizar la presentación ante el grupo o jurado académico.</li> <li>6. Entregar el informe escrito final con anexos técnicos.</li> </ol>

<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición clara y profesional del proyecto</li> <li>• Presentación visual coherente y técnica</li> <li>• Informe técnico completo con referencias</li> <li>• Respuestas adecuadas a preguntas o retroalimentación</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué parte de la simulación fue más crítica para explicar?</li> <li>• ¿Los resultados se interpretaron correctamente?</li> <li>• ¿Cómo respondieron los oyentes a las propuestas del proyecto?</li> </ul>

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La presentación fortalece la habilidad de síntesis, argumentación y comunicación técnica.
- Documentar y compartir hallazgos es parte esencial del perfil profesional en ingeniería.
- Esta práctica permite cerrar el ciclo del aprendizaje basado en proyectos.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Recopilar retroalimentación escrita del público o docentes.
- Revisar las observaciones para mejorar el informe.
- Elaborar un resumen ejecutivo del proyecto.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura y claridad de la presentación</li> <li>• Coherencia del mensaje técnico</li> <li>• Evidencia de análisis y reflexión</li> <li>• Calidad del informe final</li> </ul>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica de Exposición Oral
Formatos de reporte de prácticas	Reporte de prácticas. -Alumno.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L. y Nicol, D. M. (2010). Simulación de eventos discretos. Pearson Educación.
- Harrell, C. R., Ghosh, B. K. y Bowden, R. O. (2004). Simulación con ProModel. McGraw-Hill.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P. y Swets, N. B. (2015). Simulación con Arena (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Law, A. M. (2015). Modelado y análisis de simulación (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Montgomery, D. C. (2013). Introducción al análisis estadístico y sus aplicaciones. Wiley.
- Montgomery, D. C. y Runger, G. C. (2014). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. Wiley.
- Ross, S. M. (2010). Introducción a los modelos de probabilidad (10.<sup>a</sup> ed.). Academic Press.
- Ross, S. M. (2014). Introducción a la probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Academic Press.
- Ross, S. M. (2014). Simulación. Academic Press.
- Universidad Estatal de Sonora. (2022). Secuencia didáctica. Curso: Simulación de Sistemas. Clave: 061CP048 [PDF]. UES.

## **NORMAS TÉCNICAS APLICABLES**

### **1. ISO/IEC 25010 – Modelo de calidad del producto de software**

Define un marco para evaluar la calidad de productos de software, incluyendo características como funcionalidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Sustituye a la norma ISO/IEC 9126 mencionada en la secuencia didáctica, y es aplicable en la evaluación de los modelos de simulación utilizados en el curso.

### **2. ISO/IEC 12207 – Procesos del ciclo de vida del software**

Especifica los procesos necesarios para el desarrollo, operación y mantenimiento de software, desde la planificación hasta su retiro. Permite estructurar el trabajo en el desarrollo de proyectos de simulación y documentar adecuadamente sus fases.

### **3. IEEE 1516 – High Level Architecture (HLA)**

Estándar para la interoperabilidad de simulaciones distribuidas, especialmente en entornos donde múltiples modelos interactúan entre sí. Aunque avanzado, puede ser una referencia en proyectos colaborativos o de simulación distribuida.

### **4. IEEE 830 / ISO/IEC/IEEE 29148 – Requisitos de software**

Proveen lineamientos para especificar los requisitos de software de forma clara y estructurada. Son útiles para documentar formalmente los requerimientos de simulación durante el proyecto final.

### **5. Normas estadísticas en simulación**

El diseño y validación de modelos de simulación se apoya en técnicas estadísticas estandarizadas, como las pruebas de Chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov o análisis de varianza, las cuales garantizan la validez de los generadores de números y variables aleatorias utilizados.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

## ANEXOS

## **Anexo 1. Glosario de términos clave**

- Simulación: Proceso de modelar un sistema real y ejecutar experimentos sobre dicho modelo.
- Entidad: Objeto del sistema que se mueve o cambia de estado.
- Evento: Ocurrencia que cambia el estado del sistema en un punto específico del tiempo.
- Variable aleatoria: Valor numérico determinado por un experimento aleatorio.
- Distribución de probabilidad: Función matemática que describe la probabilidad de ocurrencia de diferentes resultados.
- Modelo de eventos discretos: Modelo en el cual el estado cambia solo en momentos específicos.
- Validación: Proceso de determinar si un modelo es una representación adecuada del sistema real

## Anexo 2. Notación simbólica y fórmulas estadísticas

Media:  $\mu = (\sum x_i)/n$

Varianza:  $\sigma^2 = (\sum(x_i - \mu)^2)/n$

Prueba Chi-cuadrado:  $\chi^2 = \sum[(O_i - E_i)^2 / E_i]$

Prueba de Kolmogorov-Smirnov:  $D = \max|F_n(x) - F(x)|$

Transformada inversa:  $x = F^{-1}(U)$ , con  $U \in (0,1)$  uniforme

### Anexo 3. Cuadro comparativo de distribuciones de probabilidad

Distribución	Tipo de variable	Parámetros	Aplicación	Media $\mu$	Varianza $\sigma^2$
Binomial	Discreta	$n, p, q$	El número de éxitos en $n$ experimentos de Bernoulli.	$\mu = np$	$\sigma^2 = npq$
Poisson	Discreta	$\lambda$	El número de resultados que ocurren durante un intervalo de tiempo determinado o en una región específica.	$\lambda t$	$\lambda t$
Normal	Continua	$\mu, \sigma$	Descripción de mediciones de caracteres morfológicos, sociológicos, fisiológicos, etc.	$E(X) = \mu$	$V(X) = \sigma^2$
Gamma	Continua	$\alpha, \beta$	Tiempo de espera y teoría de confiabilidad.	$\mu = \alpha\beta$	$\sigma^2 = \alpha\beta^2$
Beta	Continua	$\alpha, \beta$	Modelado de proporciones.	$\mu = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$	$\sigma^2 = \frac{\alpha\beta}{(\alpha + \beta)^2(\alpha + \beta + 1)}$

Estocásticos Procesos. (s. f.). *Inicio*. En *Estocásticos Procesos*. Recuperado el 30 de junio de 2025, de <https://estocasticosprocesos.blogspot.com/>

## Anexo 4. Recursos sugeridos

- Arena Simulation Software: <https://www.arenasimulation.com>
- ProModel: <https://www.promodel.com>
- SimPy (Python): <https://simpy.readthedocs.io>
- Banks, J. et al. (2010). Discrete-Event System Simulation.
- Law, A. (2015). Simulation Modeling and Analysis.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu