

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	<b>Simulación</b>
Carrera :	<b>Ingeniería Industrial</b>
Clave de la asignatura :	<b>INC-1027</b>
SATCA <sup>1</sup>	<b>2 - 2 - 4</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Para el perfil del Ingeniero Industrial, esta asignatura le proporciona la capacidad para simular analíticamente situaciones que se presentan en las empresas de manufactura, servicios o gubernamentales, a fin de detectar problemas tales como cuellos de botella o sobredimensionamiento y contar con elementos para elaborar propuestas de mejora para los sistemas bajo estudio, considerando criterios técnicos, económicos, de sustentabilidad, así como de responsabilidad social.

Esta asignatura agrupa conceptos de las materias de Matemáticas II, Estudio del Trabajo I, Probabilidad, Estadística Inferencial I y II, Algoritmos y Lenguajes de Programación, Ingeniería de Sistemas, Gestión de Costos, Investigación de Operaciones II y Desarrollo Sustentable, por lo cual tiene un enfoque integrador, de gran aporte para el perfil del ingeniero industrial en cuanto a la generación de alternativas, para apoyar la toma de decisiones orientadas a la mejora de sistemas productivos y de servicios, fundamentadas en planteamientos y modelos analíticos.

En virtud de que la simulación de los sistemas bajo estudio se realiza de manera analítica, se cuenta con la flexibilidad de variar las condiciones de los fenómenos representados, a través de cambios en los parámetros utilizados y efectuar numerosas réplicas de los experimentos, para posteriormente analizarlas estadísticamente.

Esta asignatura, al ser integradora, enlaza conceptos de otras materias, por lo que se incluye en el sexto semestre, después de haber cursado los requisitos mencionados anteriormente; asimismo, da soporte a otros temas como los estudios de simulación de factibilidad económica para la Formulación y Evaluación de Proyectos, la simulación de Sistemas de Manufactura y los de Logística y Cadenas de Suministro.

El temario se organiza en cinco unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en la primera unidad. Posteriormente, en la unidad 2 se generan y evalúan los números pseudoaleatorios, que son la base para realizar simulaciones de eventos discretos. En la tercera unidad se generan propiamente las variables aleatorias discretas y continuas. La cuarta unidad implica la introducción al uso de lenguajes de simulación y en la quinta unidad se realiza un proyecto de aplicación, en el cual se integran y se ponen en práctica todos los conceptos vistos en las unidades anteriores.

### **Intención didáctica.**

Al inicio del curso se debe enfatizar que la materia de Simulación es integradora, en virtud de que, para su desarrollo, requiere la aplicación de diversas materias que se mencionaron

---

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

en la sección anterior, denominada *Caracterización de la Asignatura*. En este punto es necesario propiciar una visión holística para los problemas complejos que puede resolver la simulación de sistemas, en los numerosos campos de la ingeniería industrial.

En la primera unidad se establecen las definiciones básicas de la simulación en general, en qué consiste la simulación de eventos discretos, su relación con los sistemas, los modelos y el control, así como las etapas en las cuales se debe desarrollar un proyecto completo de simulación.

La generación de números pseudoaleatorios, a través de diferentes modelos matemáticos así como las pruebas estadísticas correspondientes para verificar su consistencia y confiabilidad, se cubren en la segunda unidad. Al realizar cada prueba estadística, se enfatizan los comportamientos probabilistas propios de las diferentes variables involucradas.

En la tercera unidad se abordan diferentes métodos para generar variables aleatorias discretas y continuas, que siguen diversas distribuciones de probabilidad. Se generan las referidas variables mediante cálculos manuales y también utilizando una hoja de cálculo electrónica y se propone relacionar dichas distribuciones con problemas reales de sistemas de producción y servicios.

En la cuarta unidad se aprende y utiliza un simulador, en virtud de que su uso da enfoques poderosos para la solución de problemas complejos como líneas de espera, prestación de servicios, comportamiento de inventarios, de sistemas productivos, logísticos, entre otros. Se realizan y practican todas las etapas para la construcción del modelo. A través del desarrollo de prácticas en equipos de trabajo, los alumnos mejoran sus habilidades para identificar, manejar y controlar variables y parámetros de los modelos, y también para interactuar con sus pares a través del trabajo en equipo. En virtud de la complejidad y abstracción de la simulación, realizarán procesos intelectuales complejos como planteamiento y prueba de hipótesis, inducción- deducción y análisis-síntesis.

El proyecto de aplicación, incluido en la quinta unidad, contiene actividades integradoras, en las cuales se aplican todos los conceptos y herramientas adquiridos. Esto permite enfocar la materia demostrando su utilidad en el desempeño profesional del ingeniero industrial, independientemente si labora en el campo de las empresas de manufactura, de servicios o gubernamentales.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento y prueba de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, que propicien procesos intelectuales como inducción-deducción, análisis-síntesis, toma de decisiones e innovación del diseño de procesos, con la intención de generar actividades intelectuales complejas.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor guíe a sus alumnos para que ellos hagan la elección del proyecto de aplicación, así como de las variables a estudiar. A fin de que aprendan a planificar, se requiere que el profesor los involucre en el proceso de planeación de sus propios proyectos.

Algunas de las actividades de aprendizaje sugeridas pueden hacerse fuera de clase e iniciar el análisis en el aula a partir de la discusión de las observaciones. Es conveniente partir de

experiencias cotidianas tales como ir a un banco ó restaurante, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los eventos probabilistas a su alrededor, susceptibles de ser mejorados con la simulación. Es importante ofrecer escenarios distintos, como los que se presentan en empresas de producción de bienes o servicios, los problemas del cuidado al medio ambiente y los de algunas instituciones gubernamentales.

El profesor promueve sesiones de aprendizaje colaborativo, realizando la rotación de alumnos entre equipos, a fin de mejorar su comprensión en los diversos temas y prácticas con enfoques de solución manual o bien con software especializado. Con estas sesiones, los estudiantes mejoran sus habilidades interpersonales a través de la relación con diferentes compañeros.

El catedrático enfatiza el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura, a fin de que ellas refuercen no solamente los aspectos meramente técnicos sino también los formativos, tales como incentivar la curiosidad, el entusiasmo, la puntualidad, la constancia, el interés por mejorar, el respeto y la tolerancia hacia sus compañeros y profesores, a sus ideas y enfoques, y considerar también la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

#### Competencias específicas:

- Analizar problemas de líneas de espera, de inventarios, de producción de bienes o servicios, del medio ambiente, de instituciones gubernamentales, para determinar si existen cuellos de botella o sobredimensionamiento en los recursos asignados y mediante la simulación, obtener posibles soluciones, considerando también aspectos sociales, de sustentabilidad y costos.
- Tomar decisiones, con base en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, que permitan elaborar propuestas de mejora en los sistemas bajo estudio, a fin de apoyar la toma de decisiones.

#### Competencias genéricas:

##### Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Conocimientos generales básicos.
- Conocimientos básicos de la carrera.
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua.
- Conocimiento de una segunda lengua.
- Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).
- Solución de problemas.
- Toma de decisiones.

##### Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales: tolerancia, respeto
- Capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios
- Respeto a la diversidad y multiculturalidad
- Flexibilidad para trabajar en diferentes ambientes de trabajo
- Tener compromiso con los valores y principios éticos.

##### Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Poseer iniciativa al elaborar y resolver los problemas propios de los

	<p>proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dar enfoques de calidad al realizar el trabajo</li><li>• Búsqueda del logro</li></ul>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:            Álamo Temapache, Alvarado, Apizaco, Arandas, Campeche, Celaya, Centla, Cerro Azul, Chihuahua, Ciudad Acuña, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Ciudad Valles, Ciudad Victoria, Comitán, Durango, Ecatepec, Huetamo, La Laguna, La Sierra Norte de Puebla, León, Libres, Linares, Los Mochis, Macuspana, Matamoros, Matehuala, Mérida, Minatitlán, Monclova, Morelia, Nuevo León, Ocotlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Piedras Negras, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Valladolid, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Industrial de los Institutos Tecnológicos de:  <a href="#">Haga clic aquí para escribir texto.</a></p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:            Álamo Temapache, Alvarado, Apizaco, Arandas, Campeche, Celaya, Centla, Cerro Azul, Chihuahua, Ciudad Acuña, Ciudad Guzmán, Ciudad Valles, Ciudad Victoria, Comitán, Durango, Ecatepec, Huetamo, La Paz, La Piedad, La Sierra Norte de Puebla, León, Libres, Linares, Los Mochis, Macuspana, Matamoros, Matehuala, Mérida, Monclova, Nuevo León, Ocotlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Piedras Negras, Puebla, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí,</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Industrial.</p>

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
	Tantoyuca, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Tepic, Teziutlán, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa, Zacapoaxtla, Zacatecas, Zacatecas Occidente y Zacatepec.	

## 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Analizar, modelar y experimentar sistemas productivos y de servicios, a través de la simulación discreta, con el fin de detectar problemas tales como cuellos de botella, retrasos, sobredimensionamiento, entre otros, aplicando los resultados obtenidos para la generación de alternativas de mejora, incluyendo aspectos económicos y con enfoques de sustentabilidad.

Tomar decisiones que permitan mejorar los sistemas bajo estudio, elaborando propuestas de mejora e innovación de estaciones de trabajo o de servicio, de procesos, de procedimientos, de distribución física de instalaciones, de logística, con base en los resultados de la simulación analítica.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer y aplicar el concepto de la derivada.
- Conocer y aplicar el concepto de integración de una función.
- Identificar y utilizar las distribuciones discretas y continuas de probabilidad.
- Establecer e interpretar las pruebas estadísticas de hipótesis.
- Calcular e interpretar los intervalos de confianza para las variables aleatorias.
- Realizar e interpretar pruebas estadísticas de bondad de ajuste para un conjunto de datos.
- Utilizar software estadístico.
- Manejar diagramas de causa-efecto.
- Mejorar estaciones de trabajo a través de las técnicas de Estudio del Trabajo.
- Balancear líneas de producción.
- Mejorar la distribución física de las instalaciones industriales y de servicios.
- Elaborar diagramas de Gantt para el control del avance del proyecto.
- Poseer una visión sistémica para la solución de problemas.
- Conocer y aplicar la gestión de costos, a fin de incluir consideraciones económicas.
- Formular modelos matemáticos para la optimización de procesos.
- Emplear la lógica algorítmica y lenguajes de programación
- Aplicar las teorías de líneas de espera y los procesos de cadenas de Markov.
- Utilizar las teorías de sistemas de producción e inventarios.
- Emplear los criterios del desarrollo sustentable al diseñar procesos

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Introducción a la Simulación de eventos discretos	1.1. Introducción 1.2. Definiciones y Aplicaciones 1.3. Estructura y características de la simulación de eventos discretos. 1.4. Sistemas, Modelos y Control 1.5. Mecanismos de tiempo fijo y tiempo variable 1.6. Etapas de un Proyecto de simulación
2.	Generación de Números Aleatorios	2.1. Números aleatorios: definición, propiedades, generadores y tablas 2.2. Propiedades de los números pseudoaleatorios.

		<p>2.3. Pruebas estadísticas de aleatoriedad para los números pseudoaleatorios: de medias, de varianza, de independencia y de bondad de ajuste.</p> <p>2.4. Obtención de números pseudoaleatorios utilizando paquetes computacionales.</p> <p>2.5. Método de Monte Carlo</p>
3.	Generación de Variables Aleatorias	<p>3.1. Introducción</p> <p>3.2. Generación de variables aleatorias discretas y continuas utilizando paquetes computacionales como Excel, ProModel, Arena.</p>
4.	Lenguajes de Simulación y Simuladores de Eventos Discretos	<p>4.1. Antecedentes de los lenguajes de simulación y simuladores</p> <p>4.2. Aprendizaje y uso de un Simulador como: ProModel, Arena, entre otros.</p> <p>4.3. Características del software</p> <p>4.4. Construcción de modelos</p> <p>4.5. Consideraciones económicas en la simulación.</p> <p>4.6. Realizar prácticas utilizando el simulador para procesos productivos, de transporte, líneas de espera, calidad, inventarios, entre otros.</p> <p>4.7. Interpretación de los resultados obtenidos y generación de propuestas de mejora para el modelo analizado.</p>
5.	Proyecto de Aplicación	<p>5.1. Elaboración de un proyecto final</p> <p>5.2. Análisis, modelado, simulación e interpretación de resultados para sistemas reales de empresas de manufactura o de servicios, a fin de detectar las mejoras posibles a realizar y proponer acciones que mejoren su desempeño, considerando aspectos económicos</p>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

- Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y no como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.
- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: reconocer la funciones probabilistas a las que se ajustan los elementos de los diferentes modelos de líneas de espera: reconocimiento de patrones; elaboración de un modelo a partir de una serie de observaciones producto de un experimento en una simulación: síntesis.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar y contrastar las leyes probabilistas que rigen las distintas líneas de espera, identificando puntos de coincidencia entre unas y otras e identificar cada comportamiento en situaciones concretas.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio, la argumentación de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional. Ejemplos: el proyecto que se realizará en la unidad 5 y varias de las actividades sugeridas para las unidades 2 y 3.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: identificar los cuellos de botella en una línea de ensamble de un producto, hallar la relación entre las llegadas de clientes, los tiempos de servicio y las estadísticas de un sistema de líneas de espera.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.

- Facilitar el contacto directo con casos de la vida real, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen a los estudiantes hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una empresa sustentable y socialmente responsable.
- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura tales como procesador de texto, hoja de cálculo, uso de software de simulación, Internet, entre otros.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Reportes escritos de las simulaciones realizadas durante las diferentes unidades, así como de su análisis y las conclusiones obtenidas.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían analizarse y resolverse a través de la simulación de sistemas.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Elaboración de un proyecto final, en el cual se realice una simulación de un sistema real, y se analicen e interpreten los resultados, a fin de proponer acciones de mejora.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Introducción a la Simulación de Eventos Discretos

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Identificar las aplicaciones de la simulación.</p> <p>Conocer y aplicar la terminología propia de la simulación como sistemas, modelos, control, tiempos fijos y variables.</p> <p>Conocer las etapas de un proyecto de simulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar la participación de los alumnos para comentar la complejidad de algunos sistemas reales que presentan comportamientos probabilistas. Con base en estos comentarios, identificar las aplicaciones de la simulación en empresas de manufactura y servicios, así como su terminología.</li> <li>• Investigar las diversas aplicaciones de la simulación: cuales han sido sus alcances y limitaciones.</li> <li>• Analizar sistemas en el entorno desde un punto de vista de la simulación; cuándo es posible mejorarlos a través de esta herramienta.</li> <li>• Discutir las etapas de un proyecto de simulación y contrastarlas con los pasos del método científico.</li> <li>• Investigar en qué áreas de la actividad de generación de bienes y servicios tienen mayor aplicación las herramientas de la simulación.</li> <li>• Identificar las aplicaciones de la simulación en diversas áreas de los negocios como los inventarios, las líneas de ensamble, la reparación de maquinaria o equipo, la prestación de un servicio, la logística, entre otros.</li> <li>• Reflexionar sobre los enfoques de la simulación de sistemas y el respeto que debe existir hacia el medio ambiente, así como la responsabilidad social de las instituciones.</li> <li>• Comparar los enfoques de la simulación con los de las teorías de líneas de espera, las de inventarios y las cadenas de Markov</li> </ul>

## Unidad 2: Números Aleatorios y Pseudoaleatorios

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Conocer la diferencia entre números aleatorios y pseudo-aleatorios.</p> <p>Generar, a través de varias técnicas matemáticas, números pseudo-aleatorios.</p> <p>Realizar las pruebas estadísticas de aleatoriedad y establecer las conclusiones correspondientes para los números pseudo-aleatorios generados.</p> <p>Explicar, con base en las pruebas estadísticas, el porqué algunos métodos o parámetros para la generación de números pseudo-aleatorios no son confiables.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar cómo se presentan los números aleatorios y pseudo-aleatorios. Discutir y formalizar grupalmente lo investigado.</li><li>• Realizar la generación de números pseudo-aleatorios, a través de varios métodos matemáticos, variando los parámetros del modelo.</li><li>• Plantear las pruebas de hipótesis correspondientes, realizar las pruebas estadísticas de aleatoriedad: de medias, varianza, independencia y de bondad de ajuste y posteriormente establecer las conclusiones sobre el comportamiento de los números pseudo-aleatorios generados previamente.</li><li>• Comparar los métodos de generación de números pseudo-aleatorios, en cuanto a complejidad y resultados obtenidos.</li><li>• Reconocer cuál de los métodos de generación de los números pseudo-aleatorios muestra mayor consistencia estadística.</li><li>• Realizar simulaciones y establecer conclusiones para procesos aleatorios utilizando el método Monte Carlo.</li><li>• Realizar simulaciones de problemas aplicados a sistemas productivos o de servicios usando una hoja de cálculo o algún lenguaje computacional de propósito general.</li><li>• Investigar y discutir las limitaciones de la simulación que utiliza los lenguajes de propósito general y la Monte Carlo.</li></ul>

## Unidad 3: Generación de Variables Aleatorias

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Generar variables aleatorias discretas y continuas a través de diversos métodos matemáticos.</p> <p>Generar variables aleatorias para las distribuciones empíricas de probabilidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigar los métodos matemáticos para generar variables aleatorias como la transformada inversa, convolución, entre otros. Discutir y formalizar grupalmente lo investigado.</li><li>• Realizar la generación de variables aleatorias discretas y continuas a través de</li></ul>

<p>Utilizar las variables aleatorias en procesos de simulación manuales y a través de lenguajes de propósito general, o bien, a través de una hoja de cálculo.</p>	<p>procedimientos manuales o utilizando hojas de cálculo y lenguajes de propósito general.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando las variables aleatorias, simular manualmente o utilizando una computadora, problemas complejos de sistemas de producción, inventarios, logística, líneas de espera, entre otros.</li> <li>• Aplicar el enfoque sistémico para el problema a estudiar.</li> <li>• Identificar las variables y parámetros que deben ser utilizados para realizar la simulación de un sistema.</li> <li>• Proponer, en una práctica grupal, el número de réplicas de la simulación tomando en cuenta aspectos estadísticos.</li> <li>• Analizar las implicaciones de sustentabilidad y responsabilidad social que deben considerarse para el sistema bajo estudio.</li> <li>• Contrastar los resultados de las simulaciones considerando la variabilidad de los parámetros obtenidos. Discutir grupalmente a que factores pueden atribuirse dichas variaciones.</li> <li>• Comparar los resultados de la simulación manual y los que se obtienen utilizando la computadora.</li> <li>• Discutir los alcances y limitaciones de cada tipo de simulación.</li> <li>• Establecer las conclusiones de las simulaciones de sistemas.</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### **Unidad 4: Lenguajes de Simulación y Simuladores de Eventos Discretos**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Utilizar los lenguajes de simulación y simuladores para eventos discretos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los lenguajes de simulación como: GPSS, SLAM, entre otros. Discutir y formalizar grupalmente lo investigado.</li> <li>• Investigar las características de los simuladores como ProModel y Arena. Discutir sus alcances y limitaciones.</li> <li>• Aprender y aplicar los elementos del simulador y sus menús principales.</li> <li>• Analizar y construir modelos que representen problemas típicos de la ingeniería industrial como líneas de espera, cuellos de botella, sistemas de producción e inventarios, de logística y distribución, de</li> </ul>

	<p>calidad, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer las pruebas de hipótesis que deben aplicarse al modelo en cuestión.</li> <li>• Aplicar los aspectos de sustentabilidad y respeto al ser humano que deben considerarse para el sistema bajo estudio.</li> <li>• Comparar los resultados de la simulación modificando diversos parámetros del modelo, estableciendo el análisis de sensibilidad.</li> <li>• Establecer las conclusiones y recomendaciones correspondientes para el modelo estudiado con la simulación.</li> </ul>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Unidad 5: Proyecto de aplicación**

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar los conocimientos adquiridos al análisis de situaciones reales en empresas de bienes o servicios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar por equipo, en una empresa de manufactura o servicio, o en una institución gubernamental, un proyecto de simulación de un sistema, considerando aspectos de responsabilidad social así como de la sustentabilidad, y que tenga como resultado una propuesta de mejora al proceso estudiado, o propicie el entendimiento de una problemática existente.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Azarang, M. R. y García Dunna, E., Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos. Mc Graw Hill (1998)
2. Banks, J. y Carson, J. S. Discrete Event System Simulation. Prentice Hall (2001)
3. Law A. y Kelton W., Simulation Modelling and Analisis, Mc Graw Hill (2000)
4. García Dunna Eduardo, García Reyes Heriberto, Cárdenas Barrón Leopoldo. Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel. Pearson (2006)
5. García F., Sierra J., y Guzmán V., Simulación de Sistemas para Administración e Ingeniería. CECSA (2005)
6. Harrell Ch., Ghosh B., y Borden Royce., Simulation Using Promodel. Mc Graw Hill (2004)
7. Kelton W David., Sadowski Randall P., Sturrock David T., *Simulación con software Arena*. 4a Edicion. México. McGraw Hill

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Generar números y variables pseudoaleatorios, utilizando una hoja de cálculo.
- Realizar e interpretar las pruebas estadísticas de los números y variables pseudoaleatorios, utilizando una hoja de cálculo o algún paquete estadístico.
- Simular, utilizando una hoja de cálculo o algún software de simulación como el ProModel ó el Arena, algunos sistemas de producción, inventarios, líneas de espera, transporte, logística, entre otros.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos con la simulación.
- Establecer alternativas de mejora para el sistema bajo estudio, considerando también aspectos económicos, de responsabilidad social, así como los criterios de sustentabilidad.
- Realizar sesiones de aprendizaje colaborativo, aplicando asignación aleatoria, para propiciar el intercambio de ideas y el trabajo en equipo.
- Elaborar un proyecto de aplicación para integrar todos los conceptos del curso.