

Subdirección Académica

Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales

Periodo escolar: Febrero - Julio 2024

Nombre de la asignatura:	Simulación
Plan de estudios:	IIND-2010-227
Clave de la asignatura:	INC – 1027
Horas teoría – horas prácticas – créditos:	2-2-4

1. Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Industrial la capacidad para simular los sistemas bajo estudio, lo que le da la flexibilidad de variar las condiciones de los fenómenos representados, a través de cambios en los parámetros utilizados, y de efectuar numerosas réplicas de los experimentos para analizarlas mediante las herramientas estadísticas y así fundamentar las propuestas de mejora, diseñadas con un enfoque sistémico y sustentable en un entorno global.

La asignatura de Simulación 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, de manera que integra los conocimientos previos para hacer planteamientos, modelos y escenarios que representen propuestas importantes para la toma de decisiones, orientada a la mejora de sistemas productivos y de servicios.

La asignatura se ubica en el sexto semestre y es soporte para otros temas de Formulación y Evaluación de Proyectos, Sistemas de Manufactura, Logística y Cadena de Suministro.

2. Intención didáctica

Esta asignatura proporciona al estudiante una visión holística para resolver problemas complejos en sistemas de producción de bienes y servicios. Su estructura consta de seis temas.

En el primer tema se establecen las definiciones básicas de la simulación de eventos discretos, su relación con los sistemas, la importancia de la construcción del modelo de simulación. Se proporciona al alumno un panorama amplio del software de simulación y un mejor contexto de las últimas aplicaciones de la simulación mediante la lectura de artículos que reportan aplicaciones reales.

El segundo tema trata los conceptos de simulación de variables aleatorias, considerando la generación de números con comportamiento estadístico aleatorio y uniforme en $(0, 1)$, así como la simulación de otras variables aleatorias.

En el tercer tema se brindan los elementos para construir modelos de simulación, la metodología general de simulación, ejemplo de una simulación sencilla tipo Montecarlo en hoja de cálculo, así como se establece el efecto que tiene sobre la variabilidad de un estimador, el tamaño de la corrida de simulación. En este tema los estudiantes presentan una propuesta de proyecto integrador de simulación, mismo que desarrollarán y entregarán al final del curso.

El cuarto tema se refiere al diseño de la calidad de la simulación y considera la lista de estimadores a obtener de la simulación, la identificación del estimador determinante (estimador líder) del tamaño de la simulación, muestras preliminares de los proyectos aprobados en el subtema 3.4, las características estadísticas del estimador líder, muestras definitivas, la simulación de los comportamientos aleatorios del proyecto y su verificación.

El quinto tema trata la simulación en hoja de cálculo considerando la selección del medio para realizar la simulación de cada proyecto y el tipo de modelos de simulación programables en hoja de cálculo tales como inventarios, líneas de espera, proyecciones financieras, descripción escrita, ejemplos de simulación en hoja electrónica llegando hasta la validación.

Por último, el tema seis aborda el programa de cómputo específico para simulación en el cual se describe el paquete disponible, ejemplos, validación, conclusiones, selección de la mejor configuración y el uso del programa en los proyectos de simulación y finalmente la entrega de la monografía del proyecto realizado.

La asignatura es útil en el desempeño profesional del ingeniero industrial, independientemente si labora en el campo de las empresas de manufactura, de servicios y gubernamentales o si lo hace por cuenta propia.

Se propone que el enfoque de esta asignatura considere, de manera obligatoria, actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación como: la identificación de un problema o de una oportunidad de mejora; el manejo y control de variables y datos relevantes; la recopilación de muestras históricas o de campo; el planteamiento

y prueba de hipótesis; el trabajo en equipo, entre otras. Asimismo, que se propicien procesos intelectuales como inducción-deducción, análisis-síntesis, toma de decisiones e innovación en el diseño de procesos, con la intención de estimular una actividad intelectual compleja.

Se sugiere que el docente guíe las actividades prácticas de los estudiantes para que realicen la elección y el desarrollo de un proyecto integrador de simulación.

Algunas de las actividades de aprendizaje sugeridas pueden realizarse fuera de clase e iniciar el análisis en el aula a partir de la discusión de las observaciones. Como entrenamiento en la colección, la observación y el análisis de las variables relevantes de un sistema, es conveniente partir de las experiencias cotidianas, como el ir a un banco o restaurante, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los eventos probabilistas a su alrededor, y que puede ser mejorado mediante la simulación.

Para la elección del proyecto final es importante ofrecer escenarios distintos, como los que se presentan en los sistemas de producción de bienes o servicios, en la de distribución o recolección de mercaderías, los relacionados con el cuidado al medio ambiente y los de servicios de instituciones gubernamentales. El docente promueve sesiones de aprendizaje colaborativo, realizando la rotación de estudiantes entre equipos (de trabajo en el aula, no los del proyecto de simulación); integrando los tres saberes a fin de mejorar su comprensión en los diversos temas y prácticas con enfoques de solución manual o bien, muy preferente, con el uso de programas de cómputo: Hoja electrónica de cálculo: MS Excel, LibreOffice y OpenOffice; Ajuste de datos: ExpertFit, Stat:Fit, BestFit; Programas especiales de simulación discreta: @RISK, Crystal Ball, Flexsim, Arena, ProModel, Simul8, Witness o cualquier otro tecnológicamente al día. El docente actuará como un facilitador del aprendizaje y debe asegurar el dominio de las competencias requeridas para cada subtema, con la apropiación de los tres saberes integrados, saber conocer, saber hacer, saber ser/convivir. Con base en el diagnóstico promoverá las tareas de actualización pertinentes de los conocimientos y competencias insuficientes, mediante materiales de autoestudio apoyados en las TIC. Asimismo, durante el curso el docente llevará a cabo la retroalimentación y metacognición de las tareas asignadas a los estudiantes, con el propósito último de que adquieran un aprendizaje significativo.

3. Competencia de la asignatura

Analiza sistemas e identifica problemas mediante el enfoque de la simulación con el fin de proponer una solución al problema o una reconfiguración del sistema que lo mejore significativamente.

Analiza problemas de líneas de espera, de inventarios, de producción de bienes o servicios, de distribución o recolección de mercaderías, del medio ambiente y de instituciones gubernamentales, para determinar si existen cuellos de botella o sobredimensionamiento en los recursos asignados y, mediante la simulación, proponer soluciones viables y defendibles, tomando en cuenta también aspectos sociales, de sustentabilidad y costos.

Toma de decisiones: con base en los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, elabora propuestas de mejora de los sistemas bajo estudio y las justifica, a fin de apoyar un mejor proceso de toma de decisiones.

4. Análisis por competencias específicas

Competencia
No.:

I

Descripción: Interpreta el uso y limitaciones de la simulación computacional en el ámbito de una empresa real para apoyar la toma de decisiones de forma eficaz.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje (que hace el alumno)	Actividades de enseñanza (que hace docente)	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
1.1 Revisión de los conceptos de <i>sistema</i> y <i>modelo</i> .	Participar en la dinámica de expectativas y el establecimiento de acuerdos.	Presentar el objetivo de la materia, aplicar una dinámica de expectativas, establecer acuerdos de trabajo para cada unidad.	Capacidad de análisis y síntesis.	2
1.2 Concepto de simulación.				1
1.3 Tipos de Simulación 1.3.1 Discreta (Determinista o Estocástica). 1.3.2 Continua (Determinista o Estocástica).	Realizar búsqueda en diferentes fuentes sobre la definición de simulación y de conceptos tales como: modelo, proceso, tipos de modelos, sistema, de los subsistemas y elaboración de un resumen de forma individual.	Explicar los distintos escenarios donde aplicar cada uno de los modelos.	Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Habilidades básicas de manejo de la computadora.	3
1.4 Descripción de ejemplos o casos prototipo 1.4.1 De simulación discreta. 1.4.2. De simulación continua	Formar equipos para que en aula se discuta estos conceptos y se llegue a un consenso sobre la terminología que se requiere en el curso.	Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.	Capacidad crítica y autocrítica. Trabajo en equipo.	2
1.5 Catálogo de programas de cómputo comerciales de simulación.				1
1.6 Lectura de artículos sobre aplicaciones de la simulación.				1

Indicadores de alcance	Valor del indicador
A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	20%
B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	10%
C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase.	20%
D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	10%
E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.	20%
F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	20%

4.1a Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	Cumple con los indicadores (A, B, C, D) y (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con A y C, y uno de (B o D) y uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple al menos con A, C y/o uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple al menos con los indicadores A Y C de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	70 - 74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	69 o menos.

4.1b Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Investigación	30%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	Rubrica
Examen	70%	15%	5%	15%	5%	15%	15%	Evaluación Escrita
	Total	20%	10%	20%	10%	20%	20%	

Competencia
No.:

II

Descripción: Desarrolla programas para generar números pseudoaleatorios utilizando diferentes métodos y aplica pruebas estadísticas para garantizar que sean uniformemente distribuidos e independientes con el fin de utilizarlos en la solución de problemas.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje (que hace el alumno)	Actividades de enseñanza (que hace docente)	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>2.1 Producción de números con comportamiento estadístico aleatorio y uniforme en $[0, 1]$.</p> <p>2.1.1 Uso del generador incluido en la hoja de cálculo</p> <p>2.2.2 Teoría: métodos congruenciales.</p>	<p>Investiga cómo se presentan los números aleatorios y pseudoaleatorios. Discute y formaliza grupalmente lo investigado.</p>	<p>Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.</p>	<p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p>	5
<p>2.2 Simulación de otras variables aleatorias</p> <p>2.2.1 Teoría: transformación inversa, composición, convolución y otros procedimientos.</p> <p>2.2.2. Funciones inversas de hoja de cálculo, utilizables como simuladores.</p>	<p>Realiza la generación de números pseudoaleatorios, mediante varios métodos, cambiando los parámetros del modelo y utilizando una hoja de cálculo.</p> <p>Construye histogramas de las muestras simuladas de diversos patrones aleatorios.</p>	<p>Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.</p> <p>Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.</p>	<p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Habilidades básicas de manejo de la computadora.</p>	5

2.3 Simulación de variables especiales: tablas.			Capacidad crítica y autocrítica. Trabajo en equipo.	2
---	--	--	--	---

Indicadores de alcance	Valor del indicador
A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	30%
B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	30%
C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase.	10%
D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	10%
E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.	10%
F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	10%

4.1a Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	Cumple con los indicadores (A, B, C, D) y (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con A y C, y uno de (B o D) y uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple al menos con A, C y/o uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	75 - 84

	Suficiente	Cumple al menos con los indicadores A Y C de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	70 - 74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	69 o menos.

4.1b Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Examen	80%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	Evaluación en Hoja de Cálculo.
Ejercicios hechos en Clase y Tareas	20%	10%	10%					Ejercicios en Hoja de Cálculo.
	Total	30%	30%	10%	10%	10%	10%	

Competencia
No.:

III

Descripción: Aplica métodos para la generación de variables aleatorias que definan el comportamiento de los sistemas, para implementar programas que simulen situaciones reales eficientemente.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje (que hace el alumno)	Actividades de enseñanza (que hace docente)	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
3.1 Metodología general de la simulación.		Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.		3
3.2 Ejemplo de una simulación tipo Montecarlo, en hoja de cálculo. 3.2.1 Descripción y conceptualización de la simulación, establecer el problema, especificación del objetivo(s), definición de indicadores, simulación y determinación de la muestra. 3.2.2 Caracterización de cada indicador: agrupamiento de datos, gráficas y estimación de parámetros. 3.2.3. Aumentar el tamaño de la simulación y repetir 3.2.2. 3.2.4. Establecer el efecto que sobre la variabilidad	Discute las etapas de un proyecto de simulación y contrastarlas con los pasos del método científico. Realiza simulaciones y establecer conclusiones para procesos aleatorios utilizando el método Montecarlo. Realiza simulaciones de problemas aplicados a sistemas productivos o de servicios usando una hoja de cálculo o algún lenguaje computacional de propósito general Investiga y discute las limitaciones de la simulación que utiliza los lenguajes de propósito general y el método Montecarlo.	Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica. 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 esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante	Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Habilidades básicas de manejo de la computadora. Capacidad crítica y autocrítica. <input type="checkbox"/> Trabajo en equipo.	5

de un estimador tiene el tamaño de la simulación.				
3.3 Definiciones: réplica, corrida, estado transitorio, estado estable, condiciones iniciales, reloj de la simulación.				2
3.4 Inicio del proyecto final de simulación. Formación de equipos de estudiantes, para proyecto final de simulación; atendiendo a los lineamientos: guía para la elaboración de la monografía del proyecto.				2

Indicadores de alcance	Valor del indicador
A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	30%
B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	30%
C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase.	10%
D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	10%
E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.	10%
F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	10%

4.1a Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	Cumple con los indicadores (A, B, C, D) y (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con A y C, y uno de (B o D) y uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple al menos con A, C y/o uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple al menos con los indicadores A Y C de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	70 - 74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	69 o menos.

4.1b Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Examen	80%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	Evaluación en Hoja de Cálculo.
Ejercicios hechos en Clase y Tareas	20%	10%	10%					Ejercicios en Hoja de Cálculo.
	Total	30%	30%	10%	10%	10%	10%	

Competencia
No.: IV

Descripción: Distingue las características de los lenguajes de simulación y de los simuladores para simular un sistema de líneas de espera o sistemas de inventario, aplicando en forma pertinente los componentes obtenidos en los temas anteriores.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje (que hace el alumno)	Actividades de enseñanza (que hace docente)	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
4.1 Lista de estimadores a obtener de la simulación. 4.1.1. Instrumentos de medición. 4.1.2. Medios de registro de datos.	Investiga la lista de estimadores convenientes a obtener de la simulación.	Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.	Capacidad de análisis y síntesis.	2
4.2 Identificación del estimador determinante (estimador líder) del tamaño de la simulación.	Identifica del estimador determinante (estimador líder) y el tamaño necesario de la simulación.	Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.	Capacidad de organizar y planificar.	1
4.3 Muestras preliminares de los proyectos aprobados en 3.4.	Analiza las muestras definitivas.	Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.	Comunicación oral y escrita.	4
4.4 Características estadísticas del estimador líder. 4.4.1 Establecimiento de la precisión. 4.4.2 Cálculo del número mínimo de observaciones necesarias. 4.4.3 Intervalos de confianza.	Simula los comportamientos aleatorios del proyecto y verificarlos. Investigar las pruebas de validación más utilizadas y probarlas mediante ejercicios manuales y ejercicios con una hoja de cálculo.	Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.	Habilidades básicas de manejo de la computadora. Capacidad crítica y autocrítica. Trabajo en equipo.	6



<p>4.5 Muestras definitivas.</p> <p>4.5.1 Estadísticas descriptivas.</p> <p>4.5.2 Muestras pequeñas: prueba de Kolmogórov-Smirnov para ajuste de una distribución de probabilidades continua hipotética (en hoja de cálculo o con paquete estadístico).</p> <p>4.5.3 Muestras grandes: prueba de Karl-Pearson para ajuste de una distribución de probabilidades hipotética, discreta o continua (en hoja de cálculo o con paquete estadístico).</p> <p>4.5.4 Otras pruebas: Anderson-Darling, prueba G, por ejemplo.</p>				
<p>4.6 Simulación de los comportamientos aleatorios del proyecto y su verificación.</p>				

Indicadores de alcance	Valor del indicador
A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	30%
B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	30%
C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase.	10%
D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	10%
E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.	10%
F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	10%

4.1a Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	Cumple con los indicadores (A, B, C, D) y (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con A y C, y uno de (B o D) y uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple al menos con A, C y/o uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple al menos con los indicadores A Y C de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	70 - 74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	69 o menos.

4.1b Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Examen	80%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	Evaluación en Hoja de Cálculo.
Ejercicios hechos en Clase y Tareas	20%	10%	10%					Ejercicios en Hoja de Cálculo.
	Total	30%	30%	10%	10%	10%	10%	

Competencia
No.:

V

Descripción: Desarrolla un programa que implemente el modelo matemático del sistema estudiado, experimenta con él, y obtiene un reporte estadístico para que éste apoye en la toma de decisiones.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje (que hace el alumno)	Actividades de enseñanza (que hace docente)	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>5.1 Selección del medio para realizar la simulación de cada proyecto.</p> <p>5.1.1 Lenguaje general de programación en computadoras.</p> <p>5.1.2 Hoja de cálculo</p> <p>5.1.3. Programas comerciales de simulación disponibles</p> <p>5.1.4. Otros medios.</p>	<p>Selecciona del medio para realizar la simulación de cada proyecto.</p> <p>Investiga los tipos de modelos de simulación programables en hoja de cálculo tales como inventarios, líneas de espera, proyecciones financieras.</p> <p>Realiza ejemplos de simulación en hoja electrónica: programación y experimentación.</p>	<p>Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.</p>	<p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p> <p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Habilidades básicas de manejo de la computadora.</p>	<p>1</p>
<p>5.2 Tipo de modelos de simulación programables en hoja de cálculo (inventarios, líneas de espera, proyecciones financieras, ...): descripción escrita.</p>	<p>Valida interna y externamente el sistema simulado al utilizar gráficas e intervalos de confianza.</p> <p>Compara las configuraciones simuladas y seleccionar la mejor.</p>	<p>Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución</p>	<p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p>☐ Trabajo en equipo.</p>	<p>2</p>
<p>5.3 Ejemplos de simulación en hoja electrónica.</p> <p>5.3.1. Programación: distribución del</p>	<p>Hace recomendaciones para la implantación de los resultados de la simulación en el sistema real.</p>			<p>2</p>



<p>modelo en la hoja de cálculo.</p> <p>5.3.2. Experimentación con varias configuraciones posibles del sistema simulado.</p>	<p>Hace uso de la hoja de cálculo en los proyectos de simulación.</p>		
<p>5.4. Validación</p> <p>5.4.1. Programación de los informes de salida (estadísticas).</p> <p>5.4.2. Construcción de gráficas.</p> <p>5.4.3. Construcción de intervalos de confianza.</p> <p>5.4.4. Juicios sobre los resultados reportados.</p>			<p>2</p>
<p>5.5. Conclusión</p> <p>5.5.1. Comparación entre las configuraciones simuladas.</p> <p>5.5.2. Selección de la mejor configuración.</p> <p>5.5.3. Recomendaciones para la implantación.</p>			<p>1</p>

5.6 Uso de la hoja de cálculo en los proyectos de simulación del grupo (si procede)				2
5.7 Entrega de la monografía del proyecto realizado (al final del curso).				1

Indicadores de alcance	Valor del indicador
A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	30%
B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	30%
C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase.	10%
D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	10%
E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.	10%
F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	10%

4.1a Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	Cumple con los indicadores (A, B, C, D) y (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con A y C, y uno de (B o D) y uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple al menos con A, C y/o uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple al menos con los indicadores A Y C de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	70 - 74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	69 o menos.

4.1b Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Examen	80%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	Evaluación con el Software Flexsim.
Ejercicios hechos en Clase y Tareas	20%	10%	10%					Ejercicios con el Software Flexsim.
	Total	30%	30%	10%	10%	10%	10%	

Competencia
No.: VI

Descripción: Desarrolla un programa que implemente el modelo matemático del sistema estudiado, experimenta con él, y obtiene un reporte estadístico para que éste apoye en la toma de decisiones.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje (que hace el alumno)	Actividades de enseñanza (que hace docente)	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-práctica
<p>6.1 Descripción de un paquete de simulación disponible.</p> <p>6.1.1. Áreas de aplicación.</p> <p>6.1.2. Estructura del modelo de simulación en el paquete: instrucciones para la programación del modelo.</p>	<p>Investiga la descripción de un paquete de simulación disponible.</p> <p>Elabora ejemplos de simulación en el paquete descrito, mediante la descripción escrita, la programación y la experimentación con varias configuraciones posibles del sistema simulado.</p> <p>Interpreta los informes de salida, mediante juicios sobre los resultados reportados</p>	<p>Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.</p> <p>Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución</p>	<p>Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p> <p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Habilidades básicas de manejo de la computadora.</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajo en equipo.</p>	2
<p>6.2 Ejemplos de simulación en el paquete descrito.</p> <p>6.2.1 Descripción escrita.</p> <p>6.2.2 Programación.</p> <p>6.2.3 Experimentación con varias configuraciones posibles del sistema simulado.</p>	<p>Compara configuraciones simuladas, y selecciona la mejor.</p> <p>Recomienda la mejor modificación del sistema, en cada uno de los proyectos de simulación del grupo (si fuera pertinente)</p>			2
<p>6.3 Validación</p> <p>6.3.1. Interpretación de los informes de salida.</p>	<p>Entrega de la monografía del proyecto realizado.</p> <p>Presenta su proyecto ante el grupo.</p>			2

6.3.2. Juicios sobre los resultados reportados.				
<p>6.4. Conclusión</p> <p>6.4.1. Comparación entre las configuraciones simuladas estadísticas).</p> <p>6.4.2. Selección de la mejor configuración</p> <p>6.4.3.Recomendaciones para la implantación.</p> <p>6.4.4. Juicios sobre los resultados reportados.</p>				2
6.5. Uso del programa en los proyectos de simulación del grupo (si fuera pertinente).				2
6.6 Uso de la hoja de cálculo en los proyectos de simulación del grupo (si procede)				2
6.7 Entrega de la monografía del proyecto realizado.				1

Indicadores de alcance	Valor del indicador
A) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	30%
B) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	30%
C) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase.	10%
D) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	10%
E) Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje.	10%
F) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	10%

4.1a Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
Competencia alcanzada	Excelente	Cumple con los indicadores (A, B, C, D) y (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con A y C, y uno de (B o D) y uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple al menos con A, C y/o uno de (E o F) de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple al menos con los indicadores A Y C de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	70 - 74
Competencia no alcanzada	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos en el desempeño excelente.	69 o menos.

4.1b Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Proyecto Final	100%	30%	30%	10%	10%	10%	10%	Metodología de Simulación
	Total	30%	30%	10%	10%	10%	10%	

5. Fuentes de información y apoyos didácticos

Fuentes de información:

- Banks J., Carson J., Nelson, B., Nicol, D., Discrete-Event System Simulation, 5th ed., Prentice Hall (2009).
- SHANNON, R. E..Simulación de Sistemas, 2a Reimpresión, Ed. Trillas, México, 1999.
- ROSS, Sheldon M.Simulación, Segunda Edición, Prentice Hall, México. 1997.
- DUNNAGarcía, E., García Reyes, H.,Cárdenas Barrón, L.E. Simulación y análisis de sistemas con ProModel, 1a Edición, Ed. Pearson-Prentice Hall.Madrid. 2006.
- LAW A.M. &Kelton W. D., Simulation Modeling and Analysis, 2a Edición, Ed. McGraw Hill, 1991.
- WINSTON, W.L. Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos, 4a Edición, Ed. Thompson, México, 2005.
- Kelton D.W. Simulación con Software ARENA C/CD, Mc Graw-Hill Interamericana, ed., 4ª. (2008) ISBN: 9789701065150
- Hillier, Frederick S., Hillier, Mark S., Lieberman, Gerald J., Métodos Cuantitativos para Administración, 3ª ed., McGraw-Hill (2008)

Apoyos didácticos:

Pintarrón
Cañón
Computadores con el software:
Software Excel
Software Flexsim

6. Calendarización de evaluación en semanas

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TP	ED		EF1			EF2					EF3			EF4		EF5 ES
TR																
SD					X					X				X		

ED= Evaluación diagnóstica.
TP= Tiempo planeado

EF n =evaluación formativa (competencia específica n)
TR=Tiempo real

ES = Evaluación sumativa
SD= Seguimiento departamental

M.I.I. Carlos Angel Vicente Rodríguez

Nombre y Firma del profesor

Nombre y firma del Jefe de Departamento Académico