

**PROGRAMA DE ESTUDIO**

Nombre de la asignatura: MODELADO Y SIMULACIÓN DE PROCESOS						
Clave: IQM12		Ciclo Formativo: Básico () Profesional (X) Especializado ()				
Fecha de elaboración: 7 DE MARZO DE 2015						
Horas Semestre	Horas semana	Horas de Teoría	Horas de Práctica	Créditos	Tipo	Modalidad
64	4	2	2	8	Teórica () Teórica-práctica (X) Práctica ()	Presencial () Híbrida (X)
Semestre recomendado: 6°					Requisitos curriculares: Ninguno	
Programas académicos en los que se imparte: I.Q.						
Conocimientos y habilidades previos: Conocimientos básicos para el desarrollo de algoritmos y de programación, análisis numérico y de los principios y/o leyes físico-químicas de los procesos en la ingeniería química.						

1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA:

En el curso de Modelado y simulación de procesos, el alumno formulará modelos matemáticos para su simulación, identificará y planteará algoritmos de los modelos matemáticos para su simulación. Asimismo, tomará decisiones de acuerdo a la respuesta de la simulación y desarrolla la habilidad para el trabajo en equipo de acuerdo a las características de los problemas planteados en el curso.

2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO

Esta asignatura contribuye con la formación disciplinaria del Ingeniero Químico ya que le proporciona las bases para la aplicación de los conocimientos adquiridos en las áreas de matemáticas, programación, operaciones unitarias, balance de materia y energía, diseño de equipo, de reactores para el modelado y simulación de sistemas.

3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES

Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
MARZO 2015	M.I.Q. Araceli Esquivel López	Emisión del documento

4. OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso, los alumnos tendrán la capacidad para implementar técnicas para la construcción de modelos matemáticos, diseñar y codificar un ambiente de simulación, realizar experimentación de sistemas para el análisis y toma de decisiones que contribuyan a la solución de problemas en el área de la ingeniería química.

**5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES AL MODELO UNIVERSITARIO**

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
<p>Aprende de forma autónoma por medio de la construcción y análisis de simulación de procesos.</p> <p>Piensa de manera crítica y reflexiva los procesos a simular.</p> <p>Abstrae y analiza líneas de espera, procesos químicos por medio de la simulación.</p> <p>Investiga los sistemas y/o procesos a simular.</p> <p>Usa tecnologías de la información para la simulación.</p> <p>Busca, procesa y analiza la información de los sistemas de líneas de espera y de las operaciones unitarias y procesos químicos para su simulación.</p>	<p>Desarrolla la habilidad para el trabajo en equipo de acuerdo a las características de los problemas planteados en el curso.</p> <p>Aplica los conocimientos previos de las áreas de matemáticas, programación, operaciones unitarias, balance de materia y energía, diseño de equipo, de reactores para su modelado y simulación.</p> <p>Formula modelos matemáticos para su simulación.</p> <p>Identifica y plantea algoritmos de los modelos matemáticos para su simulación.</p> <p>Toma decisiones de acuerdo a la respuesta de la simulación.</p>
Sociales	Éticas
<p>Organiza y planifica el tiempo para el desarrollo de las prácticas y proyectos.</p> <p>Aprende a trabajar en equipo durante el desarrollo de proyectos.</p>	<p>Plantea soluciones por medio de la simulación para la preservación del medio ambiente.</p> <p>Realiza experimentos que ayuden a mejorar la calidad de los procesos químicos y soluciones éticas por medio de la simulación de procesos.</p>

6. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Introducción a la simulación por computadora	1.1 Definición de simulación 1.2 Definición de modelado matemático 1.3 Clasificación del modelado matemático
2	Planeación de los componentes de simulación en computadoras	2.1 Componentes generales de la simulación 2.2 Etapas de la simulación 2.3 Herramientas de software para la simulación
3	Técnicas de la generación para números aleatorios	3.1 Métodos de generación de números pseudoaleatorios: congruencial, mixto, cuadrados medios. 3.2 Algoritmo para generar números pseudoaleatorios 3.3 Método de Montecarlo
4	Generación de valores de los experimentales empleados en simulación	4.1 Modelado de variables aleatorias discretas y continuas 4.1.1 Método de la transformada inversa 4.1.2 Método de la convolución 4.2 Pruebas de bondad de ajuste: Método de Ji-



		Cuadrada, Kolmogorov-Smirnov 4.3 Simulación de casos de estudio
5	Modelos de fenómenos en espera	5.1 Teoría de colas 5.2 Casos de estudio 5.3 Simulación de fenómenos de espera
6	Inventarios y sistemas de planeación secuencial en computadora	6.1 Modelo de sistemas de inventarios 6.2 Simulación de sistemas de inventarios 6.3 Casos de estudio de sistemas de inventarios
7	Introducción a la simulación de procesos químicos	7.1 Modelado determinístico, continuo, estático de procesos químicos 7.2 Modelado de operaciones unitarias y de procesos químicos 7.3 Técnicas de simulación modular y secuencial 7.4 Simulación de operaciones unitarias 7.5 Simulación de procesos químicos
8	Modelado y simulación de procesos químicos	8.1 Modelado determinístico, continuo, dinámico de procesos químicos 8.2 Simulación de los modelos matemáticos determinísticos, continuos y dinámicos de procesos químicos.
9	Técnicas de validación	9.1 Análisis, Exploración y Comprobación de la solución 9.2 Validación y estabilización 9.2.1 Cálculo del número óptimo de simulaciones 9.2.2 Cálculo del número de réplicas 9.2.3 Reducción de varianza 9.2.4 Validación de resultados
10	Diseño de los experimentos de simulación	10.1 Técnicas para el análisis de resultados de simulación 10.2 Optimización 10.3 Sensibilidad y experimentación

7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

Unidad 1: Introducción a la simulación por computadora
Competencia de la unidad: Investiga y analiza información proveniente de fuentes diversas para definir los conceptos de simulación y modelo matemático e identifica y conoce su clasificación.
Objetivos de la unidad: Describirá los conceptos de simulación y modelado matemático y conocerá la clasificación del modelado usando materiales de apoyo en línea y realizará actividades de refuerzo como son: participación en foros y la elaboración de diagrama acerca de la clasificación de modelado para reforzar el conocimiento como fundamento importante en este curso.



Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Investiga y analiza información proveniente de fuentes diversas para definir los conceptos de simulación y modelo matemático.	<ul style="list-style-type: none">Identifica y conoce los conceptos de modelo y simulación para saber utilizarlas en el desarrollo de simulación en la ingeniería química.	<ul style="list-style-type: none">Reconoce la importancia de identificar la clasificación del modelado matemático.
Estrategias de enseñanza: Autoaprendizaje independiente, reflexivo, por medio de cuestionarios, participación en foros, desarrollo de blogs. Trabajo colaborativo con estrategias de trabajo en equipo y colaboración en la construcción de wikis.		Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón

Unidad 2: Planeación de los componentes de simulación en computadora		
Competencia de la unidad: Adquiere conocimientos, habilidades y actitudes para realizar lecturas, diagramas y retroalimentación de manera colaborativa para refirmar el aprendizaje.		
Objetivos de la unidad: El alumno conocerá los componentes, etapas y herramientas para desarrollar una simulación.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conoce e Identifica los componentes etapas y herramientas de la simulación.	<ul style="list-style-type: none">Desarrolla la habilidad para el trabajo en equipo e intercambia ideas de las etapas de simulación.	<ul style="list-style-type: none">Identifica las herramientas de software que se necesitan para realizar simulación.
Estrategias de enseñanza: Promover el conocimiento de nuevos conceptos por medio de la investigación. Autoaprendizaje por medio de la reflexión y análisis a través de resúmenes y síntesis. Refuerzo de trabajo colaborativo.		Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.

Unidad 3: Técnicas de la generación para números aleatorios		
Competencia de la unidad: Define los conceptos de generación de números aleatorios. Identifica las características de los métodos para la simulación. Aplica el concepto y experimenta programando los algoritmos y los números pseudoaleatorios. Conoce, analiza y aplica el método de Montecarlo para aplicarlo en los sistemas estocásticos. Crea y codifica algoritmos de variables discretas con distribución uniforme utilizando la técnica de Montecarlo y software de aplicación para analizar casos de estudio. Analiza los resultados de la simulación de sistemas estocásticos y evalúa la importancia de generación de números pseudoaleatorios.		



Objetivos de la unidad: Identificará diferentes métodos de generación de números aleatorios. Valorará por medio de ejemplos la importancia de sus características para modelar y simular sistemas estocásticos. Conocerá el método de Montecarlo para realizar simulación de modelos estocásticos-discretos. Modelará sistemas estocásticos como pueden ser sistemas de producción y de servicios.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conoce métodos de generación de números aleatorios.	<ul style="list-style-type: none">Identifica las características de los métodos para la simulación.	<ul style="list-style-type: none">Valora cada uno de los métodos de generación de números aleatorios

Estrategias de enseñanza: Promover la construcción de algoritmos, autoaprendizaje y trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas por medio de desarrollo de algoritmos de sistemas para la simulación.

Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.

Unidad 4: Generación de valores de los experimentales empleados en simulación

Competencia de la unidad: Identifica, plantea, codifica y valida variables aleatorias continuas y discretas empleando la técnica de Montecarlo. Valida y evalúa los algoritmos de las variables aleatorias para utilizarlos en casos de sistemas estocásticos comunes en la industria. Identifica el tipo de variable aleatoria realizando pruebas de bondad de ajuste para su modelado y simulación. Diseña, codifica y valida modelos matemáticos por medio de software comercial para la simulación de casos reales. Diseña pruebas de simulación y evalúa resultados de sistemas estocásticos de casos prácticos reales para la toma de decisiones.

Objetivos de la unidad: Diseñará el esquema de modelado de variables aleatorias discretas y continuas para diferentes tendencias probabilísticas aplicando los métodos de transformada inversa y convolución. Aprenderá a utilizar las herramientas de generación de números pseudoaleatorios y la técnica de Montecarlo para representar el comportamiento de variables aleatorias.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Modelos matemáticos por medio de software comercial para la simulación de casos reales. Pruebas de simulación, sistemas estocásticos	<ul style="list-style-type: none">Identifica, plantea, codifica y valida variables aleatorias continuas y discretas empleando el método de Montecarlo.	<ul style="list-style-type: none">Valida y evalúa los algoritmos de las variables aleatorias para utilizarlos en casos de sistemas estocásticos comunes en la industria.

Estrategias de enseñanza: Promover el análisis por medio de simulación de sistemas y el aprendizaje basado en problemas por medio de desarrollo de algoritmos de sistemas para la simulación.

Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.

**Unidad 5: Modelos de fenómenos de espera**

Competencia de la unidad: Plantea modelos para los fenómenos de espera de la ingeniería, construye algoritmos matemáticos de sistemas estocásticos, trabaja en equipo para analizar su identificación en sistemas reales formula modelos matemáticos de fenómenos de espera para su simulación, aprende a tomar decisiones de acuerdo a la respuesta de la simulación.

Objetivos de la unidad: Planteará conceptos generales de fenómenos de espera para su modelado, codificará, validará y analizará por medio de software comercial los sucesos de fenómenos de espera de los sistemas productivos y de servicios (líneas de producción, atención a clientes en bancos, etc.).

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conoce herramientas de simulación de líneas de espera.	<ul style="list-style-type: none">• Plantea modelos para los fenómenos de espera en la ingeniería.• Construye algoritmos matemáticos de sistemas estocásticos implementando teoría de colas. Formula modelos matemáticos de fenómenos de espera para su simulación.• Aprende a tomar decisiones de acuerdo a la respuesta de la simulación.	<ul style="list-style-type: none">• Trabaja en equipo para analizar su identificación en sistemas reales.

Estrategias de enseñanza: Autoaprendizaje y trabajo colaborativo por medio de actividades de investigación y participación en equipo. Aprendizaje basado en problemas por medio de desarrollo de algoritmos de sistemas para la simulación.

Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.

Unidad 6: Inventarios y sistemas de planeación secuencial en computadora

Competencia de la unidad: Determina los modelos matemáticos que rigen un sistema de inventarios para implementar simulación. Establece los criterios de modelado para validar sus resultados. Plantea, construye, codifica y valida los modelos matemáticos para la preparación de su simulación. Diseña experimentos de sistemas de inventarios por medio de sus modelos matemáticos para la toma de decisiones. Evalúa los resultados de simulación para considerar la gama de posibilidades para la mejora de inventarios de sistemas reales.



Objetivos de la unidad: Conocerá los fundamentos para representar sistemas de inventarios en un modelo matemático estocástico discreto. Establecerá esquemas para el modelado matemático de casos de estudio de sistemas de inventario. Analizará sistemas de inventarios a través de su simulación.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Define modelos matemáticos que rigen un sistema de inventarios para implementar simulación.	<ul style="list-style-type: none">Plantea, construye, codifica y valida los modelos matemáticos para la preparación de su simulación.	<ul style="list-style-type: none">Determina los modelos matemáticos que rigen un sistema de inventarios para implementar simulación.

Estrategias de enseñanza: Promover el trabajo independiente, la reflexión y análisis, aprendizaje basado en problemas y promover el trabajo colaborativo.

Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.

Unidad 7: Introducción a la simulación de procesos químicos

Competencia de la unidad: Plantea y selecciona las leyes y/o principios: físicos, químicos y matemáticos de las operaciones unitarias para crear modelos matemáticos determinísticos, continuos, estáticos. Crea modelos matemáticos para simular su comportamiento. Codifica y valida los modelos matemáticos de operaciones unitarias como preparación para la simulación. Selecciona las herramientas de software de acuerdo a las características y alcances para resolver un problema. Diseña experimentos para realizar la simulación de operaciones unitarias y evalúa los resultados de la simulación para la toma de decisiones.

Objetivos de la unidad: Analizará y modelará casos específicos de operaciones unitarias y procesos químicos para su simulación, realizará simulación de dichas operaciones de procesos químicos utilizando las técnicas de simulación, métodos numéricos y un lenguaje de programación.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Aprende a crear modelos matemáticos para simular su comportamiento.	<ul style="list-style-type: none">Plantea y selecciona las leyes y/o principios fisicoquímicos, matemáticos de operaciones unitarias para crear modelos matemáticos determinísticos, continuos, estáticos.Crea modelos matemáticos para simular su comportamiento.	<ul style="list-style-type: none">Selecciona las herramientas de software de acuerdo a las características y alcances para resolver un problema.Diseña experimentos para realizar la simulación de



	<ul style="list-style-type: none">Codifica y valida los modelos matemáticos de operaciones unitarias como preparación para la simulación.	<ul style="list-style-type: none">operaciones unitariasEvalúa los resultados de la simulación para la toma de decisiones.
Estrategias de enseñanza: Autoaprendizaje y trabajo colaborativo por medio de actividades de investigación y participación en equipo. Aprendizaje basado en problemas por medio de desarrollo de algoritmos de sistemas para la simulación.	Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.	

Unidad 8: Modelado y simulación de procesos químicos

Competencia de la unidad: Plantea y selecciona las leyes y/o principios físicos, químicos y matemáticos de operaciones unitarias para crear modelos matemáticos determinísticos, continuos, dinámicos. Crea modelos matemáticos para simular su comportamiento. Codifica y valida los modelos matemáticos de operaciones unitarias como preparación para la simulación. Selecciona las herramientas de software de acuerdo a las características y alcances para resolver un problema. Diseña experimentos para realizar la simulación de operaciones unitarias. Evalúa los resultados de la simulación para la toma de decisiones.

Objetivos de la unidad: Conocerá y aplicará el planteamiento de modelado determinístico, dinámico, continuo de operaciones unitarias en procesos químicos. Conocerá e implementará técnicas de simulación para modelos determinísticos, dinámicos y continuos de operaciones unitarias y conocerá las herramientas de software comercial. Diseñará experimentos, analizará los resultados y evaluará el comportamiento de la simulación para la toma de decisiones.

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Crea modelos matemáticos para simular su comportamiento. Aprende a identificar herramientas de software de acuerdo a las características y alcances para resolver un problema.	<ul style="list-style-type: none">Plantea y selecciona las leyes y/o principios físicos, químicos y matemáticos de operaciones unitarias.Codifica modelos matemáticos de operaciones unitarias.Diseña experimentos para realizar la simulación de operaciones unitarias.	<ul style="list-style-type: none">Valida los modelos matemáticosSelecciona las herramientas de software de acuerdo a las características y alcances para resolver un problema.Evalúa los resultados de la simulación para la toma de decisiones.



Estrategias de enseñanza: Autoaprendizaje y trabajo colaborativo por medio de actividades de investigación y participación en equipo. Aprendizaje basado en problemas por medio de desarrollo de algoritmos de sistemas para la simulación.	Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.
--	--

Unidad 9: Técnicas de validación

Competencia de la unidad: Conoce y establece los criterios de resultados de simulación para asegurar su validez en la aplicación de resultados a sistemas reales.		
Objetivos de la unidad: Validará los resultados por medio de técnicas de experimentación con la simulación. Comparará resultados obtenidos de datos reales o valores supuestos como referencias del comportamiento del sistema real.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conoce las técnicas de validación de resultados de simulación.	<ul style="list-style-type: none">• Establece los criterios y parámetros para realizar la simulación.	<ul style="list-style-type: none">• Analiza los resultados para asegurar su validez para la toma de decisiones.
Estrategias de enseñanza: Promover el análisis para la toma de decisiones por medio de simulación de sistemas.	Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.	

Unidad 10: Diseño de los experimentos de simulación

Competencia de la unidad: Conoce técnicas y estrategias para el diseño de experimentos en la simulación. Define y valora planteamiento de hipótesis para validar los resultados de simulación. Evalúa los resultados para aplicación pertinente a los objetivos planteados a la solución de problemas por medio de la simulación. Valora la importancia realizar simulación para el análisis de sistemas reales.		
Objetivos de la unidad: Conocerá técnicas de probabilidad y estadística para el análisis de resultados de simulación de modelos estocásticos y las técnicas para definición de pruebas de modelos determinísticos, estáticos/dinámicos continuos. Analizará resultados de simulación para la toma de decisiones.		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Conoce técnicas y estrategias para el diseño de experimentos en la simulación.	<ul style="list-style-type: none">• Define y valora planteamiento de hipótesis para validar los resultados de simulación.	<ul style="list-style-type: none">• Evalúa los resultados para aplicación pertinente a los objetivos planteados a la solución de problemas por medio de la simulación.



		<ul style="list-style-type: none">• Valora la importancia realizar simulación para el análisis de sistemas reales.
Estrategias de enseñanza: Promover el Aprendizaje basado en problemas por medio de ejemplos de casos de estudio.	Recursos didácticos: Proyector, computadora, internet, software para programación y simulación de sistemas, pizarrón.	

8. EVALUACIÓN.

Documentos de referencia:

Reglamento General de Exámenes de la UAEM

Reglamento de la FCQel. ARTÍCULO 80. -En las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, la calificación que se asentará en el acta de examen ordinario será el promedio ponderado de mínimo 3 evaluaciones parciales y un examen de carácter departamental que incluya los contenidos temáticos de la asignatura.

9. FUENTES DE CONSULTA.

Bibliografía básica:

Scena, N. J. Introducción a los métodos informáticos aplicados al modelado en ingeniería. (2012). Buenos Aires.

Hillier, F. Investigación de operaciones. (2010). México, D.F., Mc Graw Hill.

García, F., Sierra J. Simulación de Sistemas para Administración e Ingeniería. (2005). CECSA.

Azarang, M., García, C. Simulación y análisis de modelos estocásticos. (2003). México: Mc Graw Hill.

Bibliografía complementaria:

Luyben, W. Process modeling simulation and control for chemical engineers. (1997). Estados Unidos: Mac Graw-Hill.

Coss B. Simulación, un enfoque práctico. (1993). México. Limusa

Geoffrey G. Simulación de Sistemas. (1989). México. Diana.

Mohammad R. A. García D. E. Simulación y análisis de Modelos Estocásticos. (1996). México. Mac Graw Hill.