

Asignatura: **Modelos y Simulaciones**

Código: 10-09220

RTF

7

Semestre: Noveno

Carga Horaria

72

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Horas de Práctica

36

Departamento: Computación

Correlativas:

- Informática y Cálculo Numérico
- Probabilidad y Estadística

Contenido Sintético:

- Modelos sistémicos
- Modelos precursores
- Modelos de simulación

Competencias Genéricas:

- CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG3. Competencia para gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

### Competencias Específicas:

- CE8.A4: Plantear modelos matemáticos y comprender los principios para generalizar las soluciones específicas de los problemas de ingeniería biomédica mediante herramientas informáticas basadas en algoritmos matemáticos.
- CE8.A5: Manejar herramientas informáticas que permitan el desarrollo de soluciones en el ámbito de la ingeniería biomédica.

## Presentación

Modelos y Simulación es una actividad curricular que pertenece al quinto año (noveno semestre) de la carrera de Ingeniería Biomédica. Mediante el cursado de la asignatura el alumno desarrollará competencias tales como la programación de modelos de simulación aplicados a sistemas biomédicos mediante la realización de modelos precursores generados, utilizando la Teoría general de Sistemas. En años recientes los Modelos de Simulación han experimentado un gran crecimiento debido a la confluencia de varios factores. El primer factor es el desarrollo a nivel mundial de gran cantidad de lenguajes y software específicos de modelización y simulación, el segundo factor es la aplicación de la Teoría General de Sistemas que ha posibilitado la generación de modelos precursores que permiten lograr el ajuste de los modelos de simulación a los objetivos para los cuales se necesitan diseñar, dado que los modelos precursores permiten mediante su metodología el correcto diseño de modelos de simulación bajo distintos paradigmas tales como eventos discretos, dinámica de sistemas, agentes, entre otros. El tercer factor es la posibilidad de realizar modelos de simulación isomorfos con sistemas biomédicos que permiten realizar ensayos y estudios sobre los mismos tanto del funcionamiento como de la fabricación sin tener que materializarlos con el consiguiente ahorro de dinero y tiempo.

En la materia se busca que el estudiante genere modelos de simulación que, conservando sus objetivos originales y con sus parámetros estadísticamente ajustados, permitan estudiar, optimizar y generar información para la toma de decisiones sobre una problemática biomédica.

## Contenidos

### UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

Introducción a problemas cuya solución es posible o más eficaz mediante el uso de la simulación y la modelización.

Definición de Modelización y Simulación.

Comparación entre distintos tipos de soluciones de un mismo problema: exactas, por métodos numéricos y por modelos de simulación.

Fases de desarrollo de un modelo de simulación.

Conceptos Básicos sobre distintos tipos de modelos de simulación: Continuos, Discretos, Híbridos y su aplicación.

## UNIDAD 2: MODELOS SISTÉMICOS GENERALES

Concepto de Sistemas en modelización y simulación.

Propiedades de los sistemas: Recursividad, sinergia, medio, objetivos del sistema, plano de análisis. Concepto de dinámica de los sistemas, entropía sistémica. Grafo sistémico y matrices descriptoras del sistema. Estados de un sistema. Transformaciones de modelo sistémico a modelo precursor de distintos tipos.

## UNIDAD 3: MODELO PRECURSOR DE EVENTOS DISCRETOS

Conceptos Generales.

Tareas con duraciones determinísticas.

Tareas con duraciones aleatorias. Generadores de números aleatorios

Determinación y selección del tipo de distribución probabilística de las tareas. Simulación por Montecarlo. Muestras sintéticas.

Generación de variables aleatorias Continuas.

Generación de variables aleatorias Discretas.

Generación de procesos de arribos.

Tiempo simulado y tiempo real. Algoritmos básicos.

Elementos básicos para generar un modelo precursor de eventos discretos. Colas y procesos. Patrones básicos.

El procedimiento de modelización para eventos discretos.

## UNIDAD 4: PROGRAMACIÓN E INICIALIZACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

Lenguaje para programar modelo de simulación basado en eventos discreto modelización del flujo de las unidades de recursos y de sus ciclos.

Estructura en red del modelo.

Inicialización del Modelo de simulación.

El experimento. Corridas de un programa de Modelo de Simulación.

## UNIDAD 5: MODELO PRECURSOR BASADO EN DINÁMICA DE SISTEMAS

Dinámica de sistemas.

Modelo de Forrester.

Elementos básicos para generar un modelo precursor basado en dinámica de sistemas.

Redes de ecuaciones diferenciales de primer orden

Aplicación de métodos numéricos al cálculo de los distintos tipos de variables.

## UNIDAD 6: PROGRAMACIÓN DE MODELOS DE SIMULACIÓN BASADO EN DINÁMICA DE SISTEMAS

Lenguaje de Simulación basado en dinámica de sistemas.

Programación de un modelo. Stocks, convertidores y flujos.

El experimento.

Corridas de un programa de Modelo de Simulación.

## UNIDAD 7: APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y OPTIMIZACIÓN.

Aplicación de la tecnología de modelización y simulación a un caso práctico de ingeniería biomédica. Experimentación con el modelo de simulación realizado. Recolección de datos. Rediseño del Modelo.

Diseño de experimentos. Validación, predicción y optimización

Análisis de Sensibilidad. Sensibilidad del Sistema y del Modelo.

Cumplimiento con los objetivos propuestos en el modelo sistémicos.

Coherencia entre modelos sistémico, precursor y de simulación.

## Metodología de enseñanza

Las clases impartidas son teórico-prácticas. En la parte teórica se realizan mediante exposiciones dialogadas del docente orientadas a que el estudiante desarrolle capacidad para diseñar sistemas basados en realidades computacionales, modelos precursores y modelos de simulación comprendiendo los fundamentos de estos.

En la parte práctica los alumnos trabajarán en el laboratorio con software específico necesario para desarrollar una serie de modelos de simulación concretos generando además las pruebas necesarias para balancearlos y estudiando estadísticamente tanto sus salidas como su topología y patrones emergentes.

## Evaluación

En el marco de la propuesta teórico-práctica, el equipo de cátedra ha decidido realizar el seguimiento de los alumnos con una propuesta mixta que incluye: toma de dos exámenes parciales con un recuperatorio y un trabajo final grupal. Los parciales buscan evidenciar los conocimientos y competencias adquiridas a través de presentación de casos prácticos (análisis, resolución de problemas, etc.) y/o respuestas a preguntas conceptuales. Constituyen en sí mismos una instancia de evaluación formativa ya que luego los estudiantes reciben una realimentación de los errores cometidos, además de resolver los temas del parcial en la clase siguiente y de este modo adquirir las herramientas para la realización del trabajo final grupal.

El trabajo final grupal propuesto (ver debajo) demanda la presentación de modelos funcionales e informes, donde los estudiantes explican individualmente las diferentes partes que componen el modelo (criterios de diseño, fuentes consultadas, etc.), y particularmente sus detalles constitutivos. Es el momento donde el estudiante pone en juego su participación en el equipo, el rol y peso de sus decisiones, su capacidad de comunicar detalles de diseño, y su correcto manejo y comprensión de las decisiones metodológicas presentes en el modelo de simulación. Para la entrega que demande cada etapa del modelo de simulación el equipo de cátedra genera un repositorio virtual con control de versiones y los criterios de evaluación sobre esta producción del estudiante son los siguientes:

- Puntualidad en la entrega completa de las producciones.
- Uso de la escritura académica.
- Integración y pertinencia de conceptos.
- Claridad en la formulación de las producciones.
- Vinculación teoría práctica.

## Condiciones de aprobación:

Condiciones de regularización.

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar al menos un parcial de los dos propuestos con el 60% o más de los criterios de evaluación expresados en la sección anterior.
- Aprobar los resultados de aprendizaje, con el 60% o más.
- Presentar y aprobar en forma completa el Trabajo Grupal Final.

Condiciones de aprobación por promoción (no requiere examen final)

- Cumplir con todas las condiciones de regularización.
- Aprobar cada uno de los dos parciales propuestos, o un recuperatorio, con el 60% o más de los contenidos evaluados.

Condiciones de aprobación por examen final

- Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
- Aprobación de un examen final con el 60% o más de los contenidos evaluados.

La nota final de promoción se calcula por la siguiente fórmula:

Redondeo  $((0.30 \cdot P1) + (0.30 \cdot P2) + (0.40 \cdot (0.20 \cdot APL1 + 0.20 \cdot APL2 + 0.6 \cdot APL3)))$

P1= Nota Primer Parcial o su reemplazo por recuperatorio correspondiente.

P2= Nota Primer Parcial o su reemplazo por recuperatorio correspondiente.

APL1= Nota trabajo Grupal Etapa I

APL2= Nota trabajo Grupal Etapa II

APL3= Nota trabajo Grupal Etapa III

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se propone la realización de 3 (tres) actividades donde se lleven a la práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura y se desarrollen las competencias esperadas. Estos trabajos se realizan en grupos lo que permitirá que desarrollen competencias de trabajo en equipo y coordinación de tareas. Estas actividades prácticas se integran en un trabajo final grupal.

**APL1 – Generación de un modelo sistémico de un caso seleccionado:** En este trabajo práctico de laboratorio los estudiantes seleccionan un caso y diseñan un modelo sistémico del caso donde ponen a prueba los conocimientos sobre modelización y sistemas.

**APL2 – Generación de un modelo precursor y de un modelo de simulación:** En este trabajo los estudiantes aplican los conceptos transformaciones, modelo precursor, y modelo de simulación, basándose en el modelo sistémico del caso seleccionado en la APL1. Continúan mejorando y depurando el modelo sistémico de la APL1.

**APL3 – Validación del modelo de simulación y presentación de informe final:** En este trabajo práctico se desarrolla el proceso de validación del modelo de simulación, mediante corridas planificadas del modelo de simulación generado en APL2 y se presenta un informe en formato de publicación científica.

## Resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje a promover en el desarrollo de la asignatura son once, en relación con el descriptor “Fundamentos de Programación de Sistemas Informáticos” dentro del bloque de “Tecnologías Aplicadas”.

En la siguiente enumeración de resultados de aprendizaje, llamamos “sistemas de computación” a los artefactos compuestos por software y hardware de computadoras de propósitos generales, destinados a resolver problemas tecnológicos de propósito general y específico.

R1. Entender los componentes básicos presentes en un modelo sistémico.

R2. Generar un modelo sistémico y transformarlo en un modelo precursor

R 3. Reconocer actividades relaciones para el diseño modelo precursor.

R4. Transformar un modelo precursor en un modelo de simulación

R5. Programar un modelo de simulación de propósito general con lenguajes de simulación.

R6. Validar un modelo de simulación y establecer su confiabilidad.

R7. Realizar experimentos con un modelo de simulación y sistematizar la información y extraer conclusiones.

R8. Realizar diagnósticos y pronósticos sobre el comportamiento de una realidad biomédica.

R9: Exponer oralmente los principios técnicos y funcionales intervinientes en los modelos de simulación realizados.

R10: Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

R11: Desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.

A continuación se presentan las competencias y los resultados de aprendizaje relacionados.

<b>Competencias</b>	<b>Resultados de Aprendizaje</b>
CG2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	R8, R9.
CG3. Competencia para gestionar -planificar, ejecutar y controlar-	R1, R2, R8,

proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	R10.
CG6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	R10, R11
CE8.A4: Plantear modelos matemáticos y comprender los principios para generalizar las soluciones específicas de los problemas de ingeniería biomédica mediante herramientas informáticas basadas en algoritmos matemáticos	R1, R2, R3, R4
CE8.A5: Manejar herramientas informáticas que permitan el desarrollo de soluciones en el ámbito de la ingeniería biomédica	R4, R5, R6, R7, R11.

## Bibliografía

LAW, Averill M., Kelton D. W. (2024): Simulation Modeling & Analysis.- 6° Edition- © Mac Graw Hill.

RÍOS INSUA, David y otros: Simulación. Métodos y Aplicaciones © 2009 Alfaomega - / ra-ma

HILLIER Frederick S , Lieberman Gerald J.: Introducción a la investigación de Operaciones ©1997 Mac Graw Hill InterAmericana.

BIERMAN, Harold Jr. y otros. Análisis cuantitativos para la toma de decisiones. Novena edición. © 1995 Addison-Wesley Ibero-Americana.

HALPIN, Daniel W., Riggs L. S. Planning and Análisis of Constructions Operations. © 1992 Wiley & Sons

PRITSKER, A. Alan B.: Introduction to Simulation and SLAM II – third edition- © 1986 Wiley & Sons

SMITH, Alan y otros. C. E. Engineering Systems Análisis and Design. © 1986 Wiley & Sons