



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Informatica  
 Area: Area II: Sistemas de Computacion

(Programa del año 2020)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
MODELOS Y SIMULACION	ING. EN COMPUT.	28/12	2020	1° cuatrimestre
		026/1		
MODELOS Y SIMULACION	ING. INFORM.	2-	2020	1° cuatrimestre
		08/15		

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
TISSERA, PABLO CRISTIAN	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
PRINTISTA, ALICIA MARCELA	Prof. Co-Responsable	P.Asoc Exc	40 Hs
LUCERO, MAXIMILIANO ORLANDO	Responsable de Práctico	JTP Semi	20 Hs
LABELLA, DANILO GUIDO	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	1 Hs	2 Hs	5 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2020	19/06/2020	15	75

### IV - Fundamentación

La simulación es una metodología indispensable para la descripción y análisis de una amplia variedad de problemas reales. En general un modelo puede ser entendido como una representación, abstracta, análoga, fenomenológica o idealizada, de un objeto que puede ser real o ficticio. El programa de la Materia propuesto se ocupará de modelos fenomenológicos y/o modelos de procesos que requieren el uso formal de herramientas matemáticas y computacionales para representar algún sistema y su comportamiento.

Usada apropiadamente, la simulación proporciona considerables beneficios según el contexto en la que se use, ahorro de tiempo, ahorro de recursos económicos y además permite analizar la ocurrencia de ciertos fenómenos a través de la reconstrucción de escenas y un minucioso análisis, que no podría llevarse a cabo en una situación real. Una vez desarrollado un modelo de simulación válido, se pueden explorar nuevas políticas, procedimientos operativos, o métodos sin necesidad de afectar al sistema real.

Esta materia constituye una introducción a los principales conceptos que están involucrados en un estudio de simulación; sin descuidar que el futuro profesional pueda distinguir la técnica analítica de la simulación para poder tomar decisiones apropiadas cuando se enfrente a la necesidad de resolver un modelo de un sistema.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

La amplitud temática del campo específico de materia sólo permite un tratamiento general de los principales aspectos involucrados, sin embargo se espera que al finalizar el curso el alumno sea capaz de:

- Comprender el uso de la técnica de simulación de eventos discretos como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.
- Seleccionar la técnica apropiada (analítica o simulación) para resolver el modelo de sistema que plantea.
- Discernir acerca de situaciones en las que es posible y necesaria la simulación discreta para la solución de problemas reales.
- Aplicar apropiadamente e interpretar aspectos de diseño y análisis cubiertos en su propio estudio de simulación.
- Conocer y manejar lenguajes de simulación de propósito específico y general. Aplicar las diversas técnicas en problemas complejos con la ayuda de software diverso.
- Tener destreza en la interpretación tanto visual como analítica de los resultados de una simulación.
- Desarrollar aptitud para asimilar las nuevas técnicas que pueda necesitar en su vida profesional.

## VI - Contenidos

### UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A MODELOS Y SIMULACION

Sistema. Tipos y componentes de un sistema. Modelo. Clasificación de modelos. Modelo matemático de un sistema. Introducción a simulación como técnica numérica. Tratamiento analítico versus tratamiento numérico de un modelo matemático. Ventajas y desventajas de la simulación. Modelos continuos. Introducción a la simulación de procesos continuos. Modelos de simulación de eventos discretos. Pasos en un estudio de simulación. Ejemplos utilizando el método de Montecarlo.

### UNIDAD 2: SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

Distintos enfoques para la construcción de modelos a eventos discretos. Técnicas orientadas a eventos. Técnicas orientadas a los procesos. Conceptos y principios generales. Manejo del clock. Simulación utilizando planificación de eventos. Manipulación de la Lista de Eventos Futuros (FEL. Sigla en inglés correspondiente a Future Events List).

### UNIDAD 3: NÚMEROS ALEATORIOS

Definición de números randoms. Propiedades secundarias. Técnicas para generar números aleatorios. Test para el chequeo de la uniformidad.

### UNIDAD 4: SIMULACIÓN DE MUESTRAS PROBABILISTICAS

Técnicas para generar variables aleatorias discretas y continuas de distribuciones empíricas. Técnicas para generar variables aleatorias discretas y continuas de distribuciones teóricas. Métodos de la transformada inversa, de aceptación y rechazo y método de convolución. Relación entre distribución exponencial y poisson.

### UNIDAD 5: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Características estocásticas de los resultados. Medidas de performance y su estimación. Tipos de simulación. Estimación de la media y la varianza. Intervalo de confianza. Repetición de ejecuciones.

### UNIDAD 6: LENGUAJES DE SIMULACIÓN

Clasificación de software de simulación. Lenguajes de simulación versus simuladores. Fortalezas de cada tipo. Ejemplo de lenguajes de simulación y de ambientes de simulación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

PRACTICO N° 1: INFERENCIA ESTADÍSTICA (Práctico de Aula)

Objetivo: Realizar un repaso de la teoría de probabilidad y estadística (Temas ya vistos por el alumno en materias previas).

Temas: Probabilidad, funciones de densidad ( $f(x)$ ) y de probabilidad acumulada ( $F(x)$ ) de las distribuciones más utilizadas en

el campo de la simulación. Incluye distribuciones empíricas. Estadísticas más comunes.

Metodología: Se les entregará un práctico en orden creciente de complejidad. Para resolver los ejercicios los alumnos recurrirán a apuntes de otras asignaturas o a la bibliografía recomendada a tal fin.

#### PRACTICO N° 2: INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN DE (Práctico de Aula y Laboratorio).

Objetivo: Abordar el desarrollo de un proceso de simulación sencillo que permitan introducir a los alumnos en el proceso de simulación estocástica.

Temas: Simulación Manual. Clock. Generación de Tiempos entre arribos y de servicios. Técnica de la ruleta. Técnica de Montecarlo.

Metodología: Desarrollar tanto en lápiz y papel como en computadora diferentes aplicaciones sencillas de simulación (ejemplos planteados en la teoría introductoria de la materia).

#### PRACTICO N° 3: SIMULACIÓN ORIENTADA AL EVENTO (Práctico de Aula y Laboratorio).

Objetivo: Realizar práctica de Simulación orientada a eventos utilizando un lenguaje de propósito general (Java o C).

Temas: Técnica para generar próximo evento. Bootstrapping. Evento de arribo. Evento de fin de servicio. Evento de fin de simulación. Lista de eventos futuros.

Metodología: A partir del planteo de diferentes situaciones, encontrar el modelo de simulación basado en lista de eventos futuros (FEL) para cada una de ellas. A partir de allí, codificar las diferentes aplicaciones.

#### PRÁCTICO N° 4: SIMULACIÓN DE MUESTRAS PROBABILÍSTICAS (Práctico de Aula y Laboratorio).

Objetivo: Técnicas de generación de números y variables aleatorias. Simulación utilizando distintas metodologías para generar tiempo entre arribos y duración de servicios.

Temas: Metodos de generación de números aleatorios. Distribución uniforme, exponencial y poisson, distribuciones empíricas. Métodos de la transformada inversa, de aceptación y rechazo y método de convolución.

Metodología: Extender la realidad y por lo tanto la implementación del modelo desarrollado en el práctico anterior para introducir las diferentes metodologías de generación de tiempos entre arribos y duración de servicios.

#### PRÁCTICO N° 5: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS (Práctico de Aula y Laboratorio).

Objetivos: Realizar inferencia estadística a partir de los resultados generados en una simulación.

Temas: Obtención de muestras por replicación de ejecuciones. Obtención de muestras por medias de lotes. Medidas de Interés (longitud de cola, tiempo de espera, etc.). Intervalos de confianza.

Metodología: A partir del simulador obtenido en el práctico 4, los alumnos deberán planificar las ejecuciones de simulación para obtener las muestras de resultados. A partir de estas muestras, deberán realizar inferencia estadística correspondiente.

#### PRACTICO N° 6: SIMULACIÓN ORIENTADA A PROCESOS (Práctico de Laboratorio).

Objetivo: Abordar un lenguaje de simulación específico para realizar una simulación orientada a proceso.

Temas: Introducción a ARENA. Principales Bloques. Simulación con Arena. Tiempo de simulación. Tiempo entre arribos y de servicios constantes y uniformes. Conceptos básicos: entity, resource, queue. Procesos básicos: create/dispose, process. Módulo run setup. Procesos Avanzados: seize, delay, release, schedule, fairlure, capacity. Variables globales de Arena.

Metodología: Desarrollar diferentes aplicaciones de simulación utilizando incrementalmente el software seleccionado.

#### PRÁCTICO N° 7: PROYECTO FINAL DE SIMULACIÓN DE UN SISTEMA (Práctico de laboratorio).

Objetivo: Integrar el proceso de simulación completo, desde el enunciado del problema hasta la realización de análisis de los resultados de la simulación.

Temas: Todos los desarrollados en la materia.

Metodología: En grupos de dos personas, los alumnos desarrollarán una aplicación que resuelva un problema real de simulación. Deberán confeccionar un informe con un detallado análisis de los resultados de la simulación y deberán justificar cada una de las decisiones tomadas.

## VIII - Regimen de Aprobación

El presente programa en Fase No Presencial tiene las siguientes características:

### RÉGIMEN DE REGULARIZACIÓN

Para regularizar la materia los alumnos deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- \* Asistir, en caso de que la conectividad lo permita, a las clases teóricas y prácticas mediante las plataformas Google meet o Zoom.
- \* Aprobar cada uno de los prácticos requeridos por la cátedra.
- \* Aprobar un proyecto de simulación final correspondiente al práctico nro. 7
- \* Aprobar el examen parcial o sus respectivas recuperaciones de forma online con nota mayor o igual a SIES (6). Se toma un ÚNICO parcial, el cual tiene dos recuperaciones.

#### REGIMEN PROMOCIONAL

Además de los requerimientos detallados en el apartado del REGIMEN REGULAR se solicita:

- \* Aprobar el examen parcial o sus respectivas recuperaciones de forma online con nota mayor o igual a SIETE(7). Se toma un ÚNICO parcial, el cual tiene dos recuperaciones.
- \* Aprobar un coloquio oral referido a temas dictados en la materia utilizando las plataformas Google meet o Zoom.

Modalidad de examen final: El examen final podrá ser oral y/o escrito, pudiendo incluir varios temas teóricos y de aplicación práctica.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] Discrete-Event System Simulation, 5th Edition, 2009. Jerry Banks, John S. Carson, Barry L. Nelson, David M. Nicol. ISBN-13: 978-0136062127. ISBN-10: 0136062121.
- [2] Modeling and Simulation Fundamentals, 1th Edition, 2010. Autores: John A. Sokolowski, Catherine M. Banks. Editorial: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-48674-0.
- [3] Simulation with Arena. Autores: Kelton W.D., Sadowski R.P., Sadowski D.A. Mc Graw Hill, 5th Edition, 2009. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés.). ISBN-10: 0073376280.
- [4] Simulation modeling and analysis. Autores: Law, Averill M. Edición 05 ed. 2015 New York McGraw-Hill. (Idioma Inglés). ISBN 978-0-07-340132-4.
- [5] Modeling and Simulation of Discrete-Event Systems. Autores: Byoung Kyu Choi, Donghun Kang. 2013 by John Wiley & Sons, Inc. (Idioma Inglés). ISBN 978-1-118-38699-6.
- [6] Discrete-event system simulation. Autores: Banks, Jerry, Carson, John S., Nelson, Barry L. 4th Edition. 2005. Upper Saddle River, New Jersey Prentice Hall. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [7] Handbook of simulation. Principles, methodology, advances, applications, and practice. Editor(es) Banks, Jerry, New York J. Wiley, 1th. Edition 1998. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] Estadística para administración y economía. Séptima edición. Richard I. Levin, David S. Rubin. Pearson Educación 2004. (Idioma Español) ISBN 970-26-0497-4.
- [2] Estadística para Administradores. William Mendenhall. Grupo Editorial Latinoamericano. ISBN 9789687270562. 1990.
- [3] Diferentes Manuales de Software de Simulación. Apuntes de Cátedra.
- [4] Concurrent and comparative discrete event simulation. Autores: Ulrich, Ernst; G. Agrawal; Vishwani D. Arabian, Jack H. Primera Edición. 1994. Boston Kluwer Academia. Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés.
- [5] Introduction to computer simulation. The system dynamics approach. Autores: Roberts, Nancy, Deal, Ralph M., Andersen, D.F., Garet, M.S., Shaffer, W.A. Addison-Wesley. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [6] Simulation modeling and analysis. Autores: Law, Averill M., Kelton, W. Edición 01 ed. 1982 New York McGraw-Hill. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [7] Introduction to Simulation Programming Techniques and Methods of Analysis. Autores: Payne, James A. Idioma Inglés Edición 01 ed. 1982 New York McGraw-Hill. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).

### XI - Resumen de Objetivos

- Comprender el uso de la técnica de Simulación como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.
- Seleccionar la técnica apropiada (analítica o simulación) para resolver el modelo de sistema que se plantea.
- Aplicar las diversas técnicas en problemas complejos con la ayuda de software diverso.
- Discernir acerca de situaciones en las que es posible y necesaria la simulación discreta para la solución de problemas reales.

Desarrollar aptitud para asimilar las nuevas técnicas que pueda necesitar en su vida profesional.

## **XII - Resumen del Programa**

UNIDAD 1: Introducción a Modelos y Simulación  
UNIDAD 2: Simulación de Eventos Discretos  
UNIDAD 3: Números Aleatorios  
UNIDAD 4: Simulación de Muestras Probabilísticas  
UNIDAD 5: Análisis de los Resultados de la Simulación  
UNIDAD 6: Lenguajes de Simulación

## **XIII - Imprevistos**

--

## **XIV - Otros**

--