



**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 2015)**

**I - Oferta Académica**

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
SIMULACION	LIC.CS.COMP.	006/05	2015	2° cuatrimestre
MODELOS Y SIMULACION	LIC.CS.COMP.	32/12	2015	2° cuatrimestre

**II - Equipo Docente**

Docente	Función	Cargo	Dedicación
PRINTISTA, ALICIA MARCELA	Prof. Responsable	SEC U EX	5 Hs
TISSERA, PABLO CRISTIAN	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
TRABES, GUILLERMO GERMAN	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	30 Hs	Hs	60 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
10/08/2015	20/11/2015	15	90

**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; 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. Pero también es importante que el Licenciado en Ciencias de la Computación pueda distinguir la técnica de la simulación de las analíticas 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 el mismo, pero 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 generales. 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

### **BOLILLA 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 de simulación de eventos discretos. Pasos en un estudio de simulación. Ejemplos Utilizando el método de Montecarlo.

### **BOLILLA 2: INTRODUCCIÓN A LOS FENOMENOS DE ESPERA**

Procesos Poisson. Medidas de Performance de un Modelo de Colas. Colas Infinitas: Única Cola-Único Servidor. Presentación del problema del Única Cola-Múltiples Servidores, de Colas Finitas y Sistemas en cascada.

### **BOLILLA 3: 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).

### **BOLILLA 4: NÚMEROS ALEATORIOS**

Definición de Números Randoms. Propiedades secundarias. Técnicas para generar números aleatorios. Test para el chequeo de la Uniformidad.

### **BOLILLA 5: 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 transformación inversa, de aceptación y rechazo y método de convolución. Relación entre Distribución Exponencial y Poisson.

### **BOLILLA 6: LENGUAJES DE SIMULACIÓN (Unidad enfocada netamente en la práctica)**

Clasificación de Software de Simulación. Lenguajes de simulación versus simuladores. Fortalezas de cada tipo. Ejemplo de Lenguajes de simulación y de Ambientes de Simulación.

### **BOLILLA 7: 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 corridas. Estimación del sesgo inicial. Medias por lotes. Técnicas de reducción de la varianza. Estimación de la longitud de la corrida de la simulación.

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

### **PLAN DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

#### **PRACTICO N° 1 (Práctico de Aula) - Inferencia Estadística**

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 resolverlos los alumnos recurrirán a apuntes de otras asignaturas o a la bibliografía recomendada a tal fin.

#### **PRACTICO N° 2 (Práctico de Aula) - Introducción a la Simulación de Procesos.**

Objetivo: Abordar el desarrollo de un proceso de simulación muy 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 diferentes aplicaciones de simulación (ejemplos planteados en la Teoría introductoria de la materia).

PRACTICO N° 3 (Práctico de Aula) - Introducción a la Técnica Analítica.

Objetivo: Desarrollar un práctico para que el alumno resuelva analíticamente un modelo matemático como una alternativa a la Simulación numérica.

Temas: Aplicación de hipótesis de procesos Poisson. Distribución de Probabilidad del número de ítems en el sistema. Medidas de interés.

Metodología: Resolver las principales preguntas involucrados en un fenómeno de espera de única cola, único servidor: número medio de ítems en el sistema, numero medio de ítems en cola, tiempo promedio de transito en el sistema y tiempo promedio de espera en cola.

PRACTICO N° 4 (Práctico de Laboratorio) - Simulación orientada al evento.

Objetivo: Realizar práctica de Simulación orientada a eventos utilizando un Lenguaje de Propósito general (C ó Java).

Temas: Técnica para generar próximo evento. Bootstrapping. Evento de arribo. Evento 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.

PRACTICO N° 5 (Práctico de Laboratorio) - Simulación orientada a procesos.

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

Temas: Introducción a GPSS. 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.

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

PRÁCTICO N° 6 (Práctico de Laboratorio) - Simulación de Muestras Probabilísticas

Objetivo: Técnicas de Generación de números y variables aleatorias. Simulación utilizando distintas Metodologías para generar tiempo entre arribos y duración del servicios.

Temas: Simulación Avanzada con Arena. Distribución Uniforme, Exponencial, Poisson, Distribuciones Empíricas. Procesos Avanzados: seize, delay, release, schedule, fairlure, capacity. Variables globales de Arena.

Metodología: Desarrollar diferentes aplicaciones utilizando el software ARENA.

PRÁCTICO N° 7 (Práctico de Aula y Laboratorio)- Análisis de los resultados.

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

Temas: Obtención de Muestras por Replicación de corridas. Obtención de Muestras por Medias por Lotes. Medidas de Interés (longitud de cola, tiempo de espera, etc.). Intervalos de Confianzas. Módulo de ARENA: run setup.

Metodología: a) A partir de los simuladores obtenidos en el práctico 4, los alumnos deberán planificar las corridas de simulación para obtener las muestras de resultados. A partir de estas muestras, deberán realizar inferencia estadística; b) A partir de los simuladores obtenidos en el práctico 5, los alumnos deberán realizar una investigación de las potencialidades de la información generada por el software de propósito específico en los reportes de salida.

PRÁCTICO N° 8 - (Práctico de laboratorio)- Proyecto Final de simulación de un sistema.

Objetivo: Integrar el proceso de Simulación Completo desde el enunciado del problema hasta realización de análisis de 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

Regular:

-Asistencia a práctico: 80%

-Asistencia a teoría: 70%

-Entregar los ejercicios requeridos de cada práctico de aula.

- Aprobar los prácticos de laboratorio o sus recuperaciones.
- Aprobar el parcial o sus recuperaciones. Se toma un parcial, que tiene dos recuperaciones.
- Aprobar un proyecto de simulación correspondiente al práctico nro. 8.

**Promocional:**

- Asistencia a práctico: 80%
- Asistencia a teoría: 90%
- Entregar los ejercicios requeridos de cada práctico de aula.
- Aprobar los prácticos de laboratorio o sus recuperaciones.
- Aprobar un parcial o su recuperación. El parcial tendrá dos partes: parte práctica y teórica. Para promocionar, deberán aprobar ambas partes, siendo la nota mínima de la parte teórica un 7 (siete).
- Aprobar un proyecto de simulación correspondiente al práctico nro. 8.

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

Examen Libre: El examen libre consistirá de:

- 1-Rendir un examen teórico-práctico
- 2-Aprobar un proyecto de simulación que integre los contenidos dados en la materia.

El orden de la lista es relevante, y la no aprobación de uno significa la automática desaprobación del examen libre.

## **IX - Bibliografía Básica**

**[1] BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

- [2] [1] Discrete-event system simulation. Autores: Banks, Jerry, Carson, John S., Nelson, Barry L. Edición 4th. 2005. Upper Saddle River, New Jersey Prentice Hall. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [3] [2] Metodologías de modelización y simulación de eventos discretos. Autor: Wainer, G. Nueva Librería S.R.L., 2003. Idioma Español. (Biblioteca de la asignatura).
- [4] [3] Teoría de Colas y Simulación de Eventos Discretos. Autores: Arias Jose, González Andres, Redondo Rebeca. Editorial Pearson Educación S.A. Prentice Hall. Madrid, 2002. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Español).
- [5] [4] Simulation with Arena. Autores: Kelton W.D., Sadowski R.P., Sadowski D.A. Mc Graw Hill 1998. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés.)
- [6] [5] Handbook of simulation. Principles, methodology, advances, applications, and practice. Editor(es) Banks, Jerry Edición 01. 1998 New York J. Wiley. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [7] [6] Discrete-event system simulation. Autores: Banks, Jerry, Carson, John S., Nelson, Barry L. Edición 2nd. 1996 Upper Saddle River, New Jersey Prentice Hall. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [8] [7] 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).
- [9] [8] Simulación de Sistemas. Autor: Shannon, R. Editorial Trillas. 1988.
- [10] [9] Introduction to computer simulation. The system dynamics approach. Autores: Roberts, Nancy, Deal, Ralph M., Andersen, D.F., Garet, M.S., Shaffer, W.A. Edición 01 ed. 1983 Reading Addison-Wesley. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).
- [11] [10] 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).
- [12] [11] 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).
- [13] [12] Computer simulation of continuous systems. Autores: Ord-mith, R.J., Stephenson, J. Idioma Inglés Edición 01 ed. 1975 Cambridge University. (Disponible en Biblioteca de la UNSL, Idioma Inglés).

## **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] Estadística para Administradores. William Mendenhall. Grupo Editorial Latinoamericano. ISBN 9789687270562. 1990.
- [2] Diferentes Manuales de Software de Simulación. Apuntes de Cátedra.

## **XI - Resumen de Objetivos**

### 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 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**

### RESUMEN DEL PROGRAMA;

Bolilla 1: Introducción a Modelos y Simulación

Bolilla 2: Introducción a los Fenómenos de Espera

Bolilla 3: Simulación de Eventos Discretos

Bolilla 4: Números Aleatorios

Bolilla 5: Simulación de Muestras Probabilísticas

Bolilla 6: Lenguajes de Simulación

Bolilla 7: Análisis de los Resultados de la Simulación

## **XIII - Imprevistos**

## **XIV - Otros**