

---

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:** Simulación a Eventos Discretos  
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad:**  
(posgrado, educación permanente o ambas)

**Posgrado**

**Educación permanente**

---

**Profesor de la asignatura** <sup>1</sup>: Dr. Antonio Mauttone, Profesor Agregado Grado 4, Instituto de Computación  
(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local** <sup>1</sup>: -  
(título, nombre, grado, instituto)

**Otros docentes de la Facultad:** Ing. Matías Gutiérrez, Asistente Grado 2, Instituto de Estructuras y Transporte  
(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad:** -  
(título, nombre, cargo, institución, país)

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.  
(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:** Maestría y Doctorado en Informática PEDECIBA, Maestría en Investigación de Operaciones, Diploma de Especialización en Tránsito y Transporte

**Instituto o unidad:** Instituto de Computación

**Departamento o área:** Departamento de Investigación Operativa

---

**Horas Presenciales:** 50  
(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos:** 10  
[Exclusivamente para curso de posgrado]  
(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:** Estudiantes de programas de posgrado de perfil cuantitativo interesados en obtener conocimientos de simulación a eventos discretos y técnicas similares, en tanto se trata de metodologías de apoyo a la toma de decisiones, alternativas y/o complementarias a otras técnicas como ser la optimización.

**Cupos:** no tiene  
(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

### Objetivos:

#### Generales:

- Comprender y manejar la técnica de Simulación a Eventos Discretos (SED).
- Capacitar en el modelado de aplicaciones de SED que involucran problemas de filas de espera que no admiten resolución analítica.

#### Específicos:

- Obtener conocimientos acerca de la estructuración y construcción de un modelo computacional de SED.
- Saber aplicar las bases de probabilidad y estadística para la preparación de los datos de entrada, muestreo y análisis de la salida de una SED.
- Adquirir metodologías de verificación, validación y experimentación en SED.
- Conocer aspectos avanzados en y técnicas relacionadas con SED.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Nociones básicas de programación en un lenguaje imperativo. Nociones básicas de probabilidad y estadística.

**Conocimientos previos recomendados:** Investigación de Operaciones, modelado y programación Orientadas a Objetos.

---

### Metodología de enseñanza:

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

#### Descripción de la metodología:

La modalidad de dictado es de tipo teórico-práctico, apoyado con trabajos de laboratorio. El dictado de teórico se basa en diapositivas que exponen los principales conceptos y guían la lectura de la bibliografía. El dictado de práctico comprende la exposición de la resolución de ejercicios, mientras que el componente de laboratorio comprende la discusión de los trabajos a realizar por parte de los estudiantes, incluyendo espacio para consultas. Los estudiantes elaborarán una serie de ejercicios y trabajos de laboratorio, incluyendo la construcción de modelos computacionales, que engloban los conceptos básicos y técnicas propias de SED. La asistencia a las clases no es obligatoria. Las instancias de evaluación (entrega de trabajos de laboratorio y prueba final escrita) son obligatorias. Las instancias presenciales comprenden dos encuentros semanales con el docente, de dos horas cada uno durante todo el semestre, más la instancia de evaluación final escrita.

#### Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 16
- Horas de clase (práctico): 8
- Horas de clase (laboratorio): 8
- Horas de consulta: 16
- Horas de evaluación: 2
  - Subtotal de horas presenciales: 50
- Horas de estudio: 16
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 8
- Horas proyecto final/monografía: 76
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 150

---

### Forma de evaluación:

La evaluación consta de dos partes: entregas de laboratorio y prueba final. La entrega y aprobación del laboratorio es eliminatoria. Aquellos estudiantes que aprueben el laboratorio podrán rendir la prueba final (individual). El puntaje total será calculado a partir de los puntajes obtenidos en el laboratorio y en la prueba final. El curso contempla únicamente la modalidad de exoneración, no existiendo la instancia de examen. Para exonerar se requieren tener al menos el 60% del puntaje total.

---

### Temario:

#### Parte I: Fundamentos

1. Introducción: Áreas de aplicación, modelos discretos y continuos, software de SED, cuándo usar SED, metodología de SED.
2. Estructuración: Entidades, recursos, colas, eventos, actividades, calendario, avance del tiempo. Enfoque a procesos.
3. Programación: Nociones básicas para la programación de un modelo computacional de SED en un lenguaje imperativo.
4. Modelado estocástico: Conceptos de probabilidad y estadística aplicados a SED. Generación de números pseudoaleatorios. Ajuste de distribuciones teóricas paramétricas, distribuciones empíricas.
5. Análisis de resultados: Análisis estadístico de los resultados de un modelo de SED (estimación de media, varianza, intervalo de confianza), análisis de un modelo único (simulación terminal y en estado estacionario), comparación de configuraciones alternativas.

#### Parte II: Modelado y experimentación

6. Modelado del aspecto dinámico: Lenguajes gráficos de modelado, flujos de procesos, máquinas de estado.
7. Construcción del modelo computacional: Conceptos y herramientas para la construcción de un modelo de SED en un paquete de software que maneja diferentes niveles de abstracción y facilidades.
8. Verificación y validación: Verificación de la implementación computacional. Validación con el usuario, validación de hipótesis asumidas, utilización de datos históricos.
9. Reducción de varianza: Torrentes comunes, variables antitéticas y de control.
10. Diseño de experimentos: Análisis de sensibilidad, diseño factorial.
11. Salida visual: Visualización en dos y tres dimensiones. Reporte de datos numéricos durante y al finalizar la simulación. Tipos de histogramas. Caso de estudio.

#### Parte III: Aspectos avanzados y técnicas relacionadas

12. Metamodelo y optimización: Estimación de superficies de respuesta. Procedimientos basados en gradientes, heurísticas.
13. Simulación basada en agentes y dinámica de sistemas: Aspectos en común y diferencias con respecto a SED.

---

### Bibliografía:

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

#### Básica

- Discrete-Event System Simulation (fifth edition). Jerry Banks, John S. Carson, Barry L. Nelson, David M. Nicol. Pearson. ISBN-13: 9780136062127. 2009.

- Simulation Modeling and Analysis (fifth edition). Averill M. Law. McGraw-Hill. ISBN-13: 978-0073401324. 2014.
- Simulation Modelling with Pascal. Ruth M. Davies, Robert O'Keefe. Prentice-Hall. ISBN 013811571-0. 1989.
- ORACLE JavaTM Documentation. The JavaTM Tutorials. <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/> Consultado el 14/10/2022.
- AnyLogic in Three Days: Modeling and Simulation Textbook. Ilya Grigoryev. 2022. <https://www.anylogic.com/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials/> Consultado el 14/10/2022.

### Complementaria

- INFORMS. Winter Simulation Conference Archive. <https://informs-sim.org/> Consultado el 14/10/2022.
  - The Big Book of Simulation Modeling, Multimethod Modeling with AnyLogic 8. Andrei Borshchev, Ilya Grigoryev. <https://www.anylogic.com/resources/books/big-book-of-simulation-modeling/> Consultado el 14/10/2022.
  - The Object Management Group®. Unified Modeling Language. <https://www.omg.org/spec/UML> Consultado el 14/10/2022.
-

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** Agosto a Noviembre

**Horario y Salón:** Dos clases semanales de dos horas cada una, en horario y salón a determinar.

**Arancel:**

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:** no corresponde

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** no corresponde

---