

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (≈)  
**SIMULACIÓN DE SISTEMAS**

Curso 2020-2021  
 (Fecha última actualización: 08/07/2020)  
 (Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 15/07/2020)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
COMPLEMENTOS DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS INTELIGENTES	PROGRAMACIÓN DE JUEGOS	4º	7º	6	Optativa
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Luis M. de Campos Ibáñez</li> </ul>			Departamento de Ciencias de la Computación e I.A. E.T.S.I.I.T. 4ª planta, despacho 10 Universidad de Granada C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n 18071-GRANADA Teléfono: 958243199; Correo electrónico <a href="mailto:lci@decsai.ugr.es">lci@decsai.ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Los horarios de tutorías del profesorado pueden consultarse en la web: <a href="http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores">http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Informática			Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación		

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente  
 (≈) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada"  
 ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/))

#### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)

No es necesario que los alumnos tengan aprobadas asignaturas, materias o módulos previos como requisito indispensable para cursar este módulo. No obstante se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica y de rama.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Simulación de sistemas discretos. Simulación de sistemas continuos. Simulación de sistemas híbridos. Métodos de Monte Carlo. Generadores de datos.

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

El título de Graduado/a en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 5 de junio de 2019, el sello Euro-Inf, otorgado por ANECA en colaboración con el Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática (CCII) y con el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática (CONCITI). Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.

- **Competencias Generales del Título**

E8. Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

- **Competencias Transversales**

T2. Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- **Objetivos formativos particulares**

- Conocer las principales características de la simulación como herramienta de modelado y resolución de problemas.
- Conocer y saber aplicar la metodología usada en el desarrollo de proyectos de simulación.
- Comprender la necesidad de utilizar mecanismos (pseudo)aleatorios para modelizar y simular fenómenos y procesos reales.
- Conocer las principales técnicas de construcción de generadores de números pseudoaleatorios, como herramienta básica para la construcción de generadores de datos más complejos.
- Conocer y saber aplicar las principales técnicas para la construcción de generadores de datos para

variables continuas y discretas.

- Comprender las diferencias entre modelos de simulación de Monte Carlo, discretos y continuos.
  - Conocer los mecanismos de gestión del tiempo empleados en modelos de simulación dinámicos.
  - Conocer y saber utilizar herramientas de modelización de sistemas discretos.
  - Conocer los componentes y la estructura de un programa de simulación dinámico y discreto.
  - Conocer los componentes y la estructura de un programa de simulación dinámico y continuo.
  - Conocer los tipos de interacciones entre subsistemas discretos y continuos, para la construcción de modelos de simulación híbridos.
  - Conocer los componentes y la estructura de un programa de simulación de Monte Carlo.
  - Comprender la importancia de un análisis apropiado de los resultados obtenidos mediante un modelo de simulación.
  - Conocer y saber aplicar las principales técnicas para el análisis de las salidas y la experimentación con modelos de simulación.
- **Objetivos formativos de carácter general (competencias según BOE de 4 de agosto de 2009)**
- Ser capaz de tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática.
  - Ser capaz de evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.
  - Ser capaz de adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO

#### Tema 1: Introducción a los Modelos de Simulación

- \* Simulación como modelización de sistemas.
- \* Clasificación de sistemas y de modelos de simulación.
- \* Ventajas e inconvenientes de la simulación.
- \* Aplicaciones: Diseño, análisis, optimización, control de sistemas.

#### Tema 2: Etapas en el Desarrollo de un Proyecto de Simulación

- \* Formulación del problema. Recopilación y análisis de datos.
- \* Desarrollo del modelo. Verificación y validación.

\* Análisis de las salidas. Experimentación y optimización.

### Tema 3: Modelos de Simulación Estáticos. Métodos de Monte Carlo

- \* Experimentación dirigida por muestras.
- \* Generadores de números pseudoaleatorios.
- \* Generación de variables discretas: método de tablas de búsqueda.
- \* Generación de variables continuas: métodos de inversión, rechazo y composición.

### Tema 4: Modelos de Simulación Dinámicos y Discretos

- \* Mecanismos de avance del tiempo: métodos de incremento fijo e incremento variable de tiempo.
- \* Componentes y organización de un modelo de simulación discreto.
- \* Técnicas de modelización: Grafos de sucesos.

### Tema 5: Análisis de las Salidas. Experimentación y Optimización con Modelos de Simulación Discretos

- \* Análisis de las salidas.
- \* Evaluación de modelos alternativos.
- \* Técnicas de optimización.

### Tema 6: Modelos de Simulación Dinámicos y Continuos

- \* Conceptos básicos sobre simulación continua de sistemas.
- \* Estructura de los programas de simulación continua.
- \* Métodos de integración.

### Tema 7: Modelos de Simulación Híbridos

- \* Tipos de interacciones entre componentes discretos y continuos.
- \* Esquemas de control para modelos de simulación híbridos.

## TEMARIO PRÁCTICO

### Prácticas de Laboratorio:

Práctica 1: Diferentes Modelos de Simulación (Monte Carlo, discretos, continuos).

Práctica 2: Modelos de Monte Carlo. Generadores de datos.

Práctica 3: Modelos de Simulación Dinámicos y Discretos.

#### Práctica 4: Modelos de Simulación Dinámicos y Continuos.

##### SEMINARIOS

Seminario 1: Aplicaciones de la simulación.

Seminario 2: Construcción de generadores de datos.

Seminario 3: Construcción de grafos de sucesos.

Seminario 4: Herramientas software para simulación.

##### BIBLIOGRAFÍA

###### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Law y W. Kelton, Simulation Models and Analysis, tercera edición, McGraw-Hill (2000).
- S.V. Hoover y R.F. Perry, Simulation. A Problem Solving Approach, Addison-Wesley (1989).
- D. Matko, R. Karba, B. Zupancic, Simulation and Modelling of Continuous Systems, Prentice-Hall (1992).

###### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- J. Banks y J.S. Carson, Discrete-event System Simulation, Prentice-Hall (1984).
- W. Kreutzer, System Simulation, Programming Styles and Languages, Addison-Wesley (1986).
- J. A. Payne, Introduction to Simulation. Programming Techniques and Methods of Analysis, McGraw-Hill (1982).
- M. Pidd, Computer simulation in Management Science, Tercera edición, Wiley (1992).

##### ENLACES RECOMENDADOS

Simulation Education Homepage <http://www.sosresearch.org/simulationeducation/>  
ARGESIM (Working Group Simulation News) <http://www.argesim.org/>  
The Society for Modeling and Simulation – International <http://www.scs.org/>  
ACM SIGSIM (Grupo de la ACM sobre simulación) <http://www.acm.org/sigsim/main/frame.html>  
Random numbers generators <http://random.mat.sbg.ac.at/>

##### METODOLOGÍA DOCENTE

- **1. Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)**  
Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.  
Propósito: Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica.  
Contenido en ECTS: 30 horas presenciales (1.2 ECTS).

Metodologías docentes: Lección magistral, Resolución de problemas.

Competencias: E8, T2.

- **2. Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**

Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.

Metodologías docentes: Prácticas en laboratorio, Desarrollo de proyectos.

Contenido en ECTS: 15 horas presenciales (0.6 ECTS)

Competencias: E8, T2.

- **3. Seminarios (grupo pequeño)**

Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.

Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.

Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0.4 ECTS).

Metodologías docentes: Debates, Exposición de trabajos tutelados.

Competencias: E8, T2.

- **4. Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)**

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...).

Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS).

Metodologías docentes: Resolución de problemas, Resolución de casos prácticos, Desarrollo de proyectos.

Competencias: E8, T2.

- **5. Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)**

Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Contenido en ECTS: 45 horas no presenciales (1.8 ECTS).

Metodologías docentes: Resolución de problemas, Resolución de casos prácticos, Desarrollo de proyectos.

Competencias: E8, T2.

- **6. Tutorías académicas (grupo pequeño)**

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante

Contenido en ECTS: 5 horas presenciales, grupales e individuales (0.2 ECTS)

Competencias: E8, T2.

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Se utilizarán las siguientes técnicas de evaluación:

- Para la convocatoria ordinaria:

Para la parte teórica se realizará un examen final, y eventuales entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas. La ponderación de este bloque es del 50%.

Para la parte práctica se realizarán prácticas de laboratorio, resolución de problemas y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos. La ponderación de este bloque es del 50%.

La calificación global corresponderá a la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a la parte teórica y la parte práctica.

- Para la convocatoria extraordinaria consecutiva a la ordinaria, el método de evaluación será el mismo, y los alumnos podrán optar por conservar la valoración obtenida en la parte teórica o práctica de la convocatoria ordinaria. Para el resto de convocatorias extraordinarias no se conservará ninguna calificación de convocatorias anteriores, y la calificación será la obtenida en un único examen de contenido teórico-práctico.

- De acuerdo a lo establecido en la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada vigente, la evaluación será preferentemente continua. No obstante, el estudiante que no pueda acogerse a dicho sistema por motivos laborales, estado de salud, discapacidad, programas de movilidad o cualquier otra causa debidamente justificada podrá acogerse a la *evaluación única final*. Para ello deberá solicitarlo al Director del Departamento en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o, excepcionalmente, en las dos primeras semanas tras la matriculación en la asignatura.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

- La evaluación única final, para aquellos alumnos que la hayan solicitado y les haya sido concedida, se

realizará en un solo acto académico el día de la convocatoria oficial de examen para la asignatura. Dicha prueba consistirá en un examen escrito (evaluado de 0 a 10) que incluirá preguntas tanto de tipo teórico como práctico que garanticen que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en esta misma guía docente.

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO  
(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL  
(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

<https://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores>

Correo Electrónico del profesor correspondiente  
Video-sesiones con Google Meet

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- La metodología docente a seguir será la expresada en el apartado “Metodología Docente” de este documento.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

##### Convocatoria Ordinaria

- La evaluación se regirá por las indicaciones dadas en el apartado “Evaluación” de este documento.
- 

##### Convocatoria Extraordinaria

- La evaluación se regirá por las indicaciones dadas en el apartado “Evaluación” de este documento.

##### Evaluación Única Final

- La evaluación se regirá por las indicaciones dadas en el apartado “Descripción de las pruebas que formarán parte de la evaluación única final” de este documento.

### ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO  
(Según lo establecido en el POD)

HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL  
(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

<a href="https://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores">https://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores</a>	Correo electrónico del profesor correspondiente Video-sesiones con Google Meet
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las clases presenciales en instalaciones del centro se sustituirán por una o varias metodologías entre las siguientes:</li> <li>Videotutoriales, cápsulas y material multimedia disponible en la plataforma.</li> <li>Colecciones de diapositivas y relaciones de problemas resueltos y no resueltos.</li> <li>Video-clases utilizando Google-Meet.</li> </ul>	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</b>	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La evaluación se regirá por las indicaciones dadas en el apartado “Evaluación” de este documento.</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La evaluación se regirá por las indicaciones dadas en el apartado “Evaluación” de este documento.</li> </ul>	
<b>Evaluación Única Final</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La evaluación se regirá por las indicaciones dadas en el apartado “Descripción de las pruebas que formarán parte de la evaluación única final” de este documento.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)</b>	
<b>Régimen de asistencia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La asistencia a las clases teóricas no será obligatoria, aunque la participación activa en clase y la entrega de ejercicios planteados por el profesor se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.</li> <li>La asistencia a las clases prácticas no será obligatoria, exceptuando las sesiones en las que se programen pruebas de evaluación. En cualquier caso, la asistencia y participación activa en clase se tendrá en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.</li> </ul>	