



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**103000345 - Metodos De Simulacion**

### PLAN DE ESTUDIOS

10AJ - Master Universitario En Inteligencia Artificial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	11
8. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	103000345 - Metodos de Simulacion
<b>No de créditos</b>	5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10AJ - Master Universitario en Inteligencia Artificial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Antonio Jimenez Martin (Coordinador/a)	2110	antonio.jimenez@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CEIA10 - Identificación de áreas de aplicación en las que se pueda utilizar las técnicas y métodos de la Inteligencia Artificial.

CEIA3 - Conocimiento y aplicación de los modelos cuantitativos que dan soporte a los procesos de toma de decisiones en sus distintas variantes: determinístico-estocástico, individual-colectivo o estático-dinámico

CG13 - Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la tecnología más reciente.

CG16 - Capacidad de trabajar de forma independiente en su campo profesional.

CG17 - Habilidades de gestión y capacidad de liderar un equipo que puede estar integrado por disciplinas y niveles distintos.

CG19 - Aproximación sistemática a la gestión de riesgos.

CG12 - Comprender el procedimiento, valor y límites del método científico en el campo de la Informática, siendo capaz de identificar, localizar y obtener datos requeridos en un trabajo de investigación, de diseñar y guiar investigaciones analíticas, de modelado y experimentales, así como de evaluar datos de una manera crítica y extraer conclusiones.

CG13 - Capacidad para valorar la importancia de las fuentes documentales, manejarlas y buscar la información para el desarrollo de cualquier trabajo de investigación.

CG14 - Capacidad de leer y comprender publicaciones dentro de su ámbito de estudio/investigación, así como su catalogación y valor científico.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA10 - Saber modelizar y simular el comportamiento de sistemas como apoyo en la toma de decisiones

RA11 - Ser capaz de distinguir dónde está la frontera del conocimiento en análisis de decisiones a partir de la lectura crítica de publicaciones científicas relevantes, habitualmente escritas en lengua inglesa

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

La **Simulación** consiste en construir modelos informáticos que describen la parte esencial del comportamiento de un sistema de interés, así como en diseñar y realizar experimentos con tales modelos con el fin de extraer conclusiones de sus resultados para apoyar la toma de decisiones. Típicamente, se utiliza en el análisis de sistemas tan complejos que no es posible su tratamiento analítico o mediante análisis numérico. La Simulación es hoy una metodología de experimentación fundamental en campos tan diversos como la Economía, la Estadística, la Informática, la Ingeniería Química, la Ecología y la Física, con enormes aplicaciones industriales y comerciales, que van desde los sistemas de manufacturación a los simuladores de vuelo, pasando por los juegos de ordenador, la predicción bursátil y la predicción meteorológica.

En la asignatura se mostrarán múltiples aplicaciones en la Inteligencia Artificial, especialmente en la disciplina de Análisis de Decisiones.

### 4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Generación de números aleatorios
  - 2.1. Introducción
  - 2.2. Generadores congruenciales
  - 2.3. Otros generadores
  - 2.4. Otros contrastes de aleatoriedad modernos
3. Generación de variables aleatorias
  - 3.1. Generación de distribuciones continuas y discretas
  - 3.2. Distribuciones multivariantes

- 3.3. Software
- 4. Simulación de sucesos discretos
  - 4.1. Conceptos básicos de SSD
  - 4.2. SSD de sistemas de espera complejos
  - 4.3. SSD de modelos de inventario probabilísticos
  - 4.4. Software de SSD
- 5. Simulación y optimización
  - 5.1. Optimización global y local
  - 5.2. Métodos clásicos de optimización
  - 5.3. Métodos modernos de optimización: Metaheurísticas
- 6. Otras aplicaciones de la simulación
  - 6.1. Integración Montecarlo
  - 6.2. Simulación de cadenas de Markov y aplicaciones
  - 6.3. Aplicaciones en proyectos de investigación
  - 6.4. Simulación de una línea de flujo de trabajo
- 7. Análisis de los resultados
- 8. Reducción de la varianza
- 9. Planificación de experimentos

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura y normativa de evaluación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Introducción a la Simulación</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 2. Generación de números aleatorios</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 2. Generación de números aleatorios</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 3. Generación de variables aleatorias</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 3. Generación de variables aleatorias</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
6	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 4. Simulación de sucesos discretos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
7	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 4. Simulación de sucesos discretos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			

8	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 5. Optimización y simulación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 5. Optimización y simulación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Entrega de la práctica (Ejercicio 1)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
10	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 5. Optimización y simulación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
11	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 6. Otras aplicaciones</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tutorías en grupo</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
12	<p><b>Explicación de los contenidos del Tema 6. Otras aplicaciones</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Entrega de la práctica (Ejercicios 2 y 3)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Realización de test sobre los contenidos de la asignatura</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
13				<p><b>Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
14				<p><b>Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
15				<p><b>Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>



16				<b>Presentación oral de la práctica.</b> <b>Actividad no recuperable</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
17				<b>Entrega de la práctica</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:00  <b>Realización de test sobre los contenidos de la asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Entrega de la práctica (Ejercicio 1)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	5 / 10	CG16 CG17 CGI3 CGI4 CEIA10 CB7 CG13 CG19 CGI2 CEIA3
12	Entrega de la práctica (Ejercicios 2 y 3)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	5 / 10	CB9 CG16 CG17 CGI4 CEIA10 CB7 CG13 CG19 CGI2 CEIA3
12	Realización de test sobre los contenidos de la asignatura	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	30%	5 / 10	CGI3 CGI4 CEIA10 CG13 CG19 CGI2 CEIA3
13	Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	/ 10	CB9
14	Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	/ 10	CB9

15	Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	/ 10	CB9
16	Presentación oral de la práctica. Actividad no recuperable	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	/ 10	CB9

### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega de la práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	60%	/ 10	CB9 CG16 CG17 CGI3 CGI4 CEIA10 CB7 CG13 CG19 CGI2 CEIA3
17	Realización de test sobre los contenidos de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	5 / 10	CGI3 CGI4 CEIA10 CG13 CG19 CGI2 CEIA3

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Realización de test sobre los contenidos de la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	5 / 10	CGI3 CGI4 CEIA10 CG13 CG19 CGI2 CEIA3

Entrega de la práctica	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	60%	5 / 10	CB9 CG16 CG17 CGI3 CGI4 CEIA10 CB7 CG13 CG19 CGI2 CEIA3
------------------------	---------------------------------------	------------	-------	-----	--------	---

## 6.2. Criterios de evaluación

### Evaluación progresiva

Los alumnos formarán grupos de tres personas para la realización de las **prácticas**. Cada práctica constará de tres ejercicios, correspondientes a los contenidos de los temas 1 al 6 de la asignatura, es decir, generación de números y variables aleatorias, simulación de sucesos discretos, simulación y optimización, y aplicaciones de la simulación. En el cronograma se indica las semanas en las que se hará entrega de las memorias de las prácticas y en las que se presentarán oralmente. En la presentación oral de las prácticas el profesor podrá realizar preguntas a cualquiera de los integrantes del grupo de prácticas. **La presentación oral de las prácticas es una actividad no recuperable.**

Por otro lado, cada alumno, de manera individual, deberá realizar un **test** en Moodle sobre los conceptos presentados por el profesor en las clases magistrales, correspondientes a los temas 1 al 6. Para superar la asignatura el alumno deberá aprobar tanto la parte correspondiente a las prácticas como el test en moodle. Si el alumno cumple las condiciones anteriores, entonces su nota final se obtendrá aplicando la evaluación sumativa.

### Prueba de evaluación global

Los alumnos que no hayan superado la asignatura mediante evaluación progresiva podrán realizar la prueba de evaluación global, que consistirá en la entrega de los ejercicios de la práctica que no se hayan resuelto correctamente en la evaluación progresiva y/o en la realización de un test (de forma presencial) sobre los contenidos de la asignatura, para aquellos alumnos que lo suspendieron en la evaluación progresiva.

### Convocatoria extraordinaria

En la convocatoria extraordinaria, los alumnos entregarán los ejercicios de la práctica que no se hayan resuelto correctamente en la evaluación progresiva y prueba de evaluación global; y/o realizarán un test (de forma presencial) sobre los contenidos de la asignatura aquellos alumnos que no lo hayan superado en las evaluaciones previas.

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Ríos Insua, D., Ríos Insua, S., Martín, J., Jiménez, A. (2008) Simulación: Métodos y Aplicaciones, RA-MA, Segunda Edición.	Bibliografía	Libro básico de referencia en castellano
Asmussen, S. y Glynn, P.W. (2007), Stochastic Simulation: Algorithms and Analysis, Springer.	Bibliografía	
Fishman, G.S. (1999) Monte Carlo: Concepts, Algorithms and Applications, Springer (3rd edition).	Bibliografía	

Fishman, G.S. (2001) Discrete Event Simulation. Modeling, Programming and Analysis, Springer Series in Operations Research, Springer	Bibliografía	
Law, A. M. (2007) Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill (4th edition).	Bibliografía	
Pidd, M. (2004) Computer Simulation in Management Science, Wiley.	Bibliografía	
Press, W.H., Teulolsky, S.A., Vetterling, W.T., Flannery, B.P. (2002) Numerical Recipes in C++, Cambridge University Press.	Bibliografía	
Ripley, B.D. (2006) Stochastic Simulation, Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley.	Bibliografía	
Ross, S. (1997) Simulation, Academic Press (2nd edition).	Bibliografía	
<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=4909">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=4909</a>	Recursos web	Asignatura disponible en el Aula Virtual de la UPM
Zoom y Microsoft Teams	Equipamiento	Las tutorías podrán realizarse, además de las establecidas de forma presencial, mediante Zoom y Microsoft Teams

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se apoya en la herramienta Moodle para proporcionar información y documentación a los alumnos, así como para la asignación de enunciados y entregas de las prácticas, la realización del test de la asignatura y la comunicación de las calificaciones de los alumnos.

La asignatura se relaciona con el ODS 9. Industria, Innovación e Infraestructura, optimizándose procesos industriales a través del uso de metaheurísticas y simulación de sucesos discretos.