Guía docente de la asignatura

Inteligencia Artificial en la Investigación Operativa (2231137)

Fecha de aprobación:
Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial: 30/06/2025
Departamento de Estadística e Investigación Operativa: 25/06/2025

Grado	Grado en Estadística	**Rama**	Ciencias
Módulo	Investigación Operativa	**Materia**	Investigación Operativa

Curso	3º	**Semestre**	1º	**Créditos**	6	**Tipo**	Obligatoria

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

- Tener cursada la asignatura de "**Cálculo de Probabilidades I y II**"
- Tener conocimientos adecuados sobre:
  - Fundamentos de programación: asignaturas "**Informática I**" e "**Informática II**".
  - Competencias básicas sobre el lenguaje R y plataforma RStudio
- En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación: https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido0

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

- Simulación. Simulación de sistemas.
- Teoría de grafos. Técnicas de búsqueda. Planificación.
- Algoritmos bioinspirados para optimización

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - CG01. Poseer los conocimientos básicos de los distintos módulos que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en la propuesta de título de Grado en Estadística que se presenta.
- CG02 - CG02. Saber aplicar los conocimientos básicos de cada módulo a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de la Estadística y ámbitos en que esta se aplica directamente.
- CG03 - CG03. Saber reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 08:48
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922 Pág. 1 de 8

una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- CG04 - CG04. Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado.
- CG05 - CG05. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- CG06 - CG06. Saber utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos.
- CG08 - CG08. Poseer habilidades y aptitudes que favorezcan el espíritu emprendedor en el ámbito de aplicación y desarrollo de su formación académica.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE03 - CE03. Conocer los fundamentos teóricos y saber aplicar modelos y técnicas estadísticas en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales.
- CE04 - CE04. Saber seleccionar los modelos o técnicas estadísticas para su aplicación en estudios y problemas reales en diversos ámbitos científicos y sociales, así como conocer herramientas de validación de los mismos.
- CE05 - CE05. Comprender la importancia de la Investigación Operativa como metodología de optimización, toma de decisiones y diseño de modelos particulares para la resolución de problemas en situaciones específicas.
- CE07 - CE07. Conocer los conceptos y herramientas matemáticas necesarias para el estudio de los aspectos teóricos y prácticos de la Probabilidad, la Estadística y la Investigación Operativa.
- CE08 - CE08. Conocer y saber utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, bases de datos, visualización gráfica y optimización, que sean útiles para la aplicación y desarrollo de las técnicas estadísticas.
- CE09 - CE09. Conocer los conceptos básicos y habilidades propias de un ámbito científico o social en el que la Estadística o la Investigación operativa sean una herramienta fundamental.
- CE10 - CE10. Tomar conciencia de la necesidad de asumir las normas de ética profesional y las relativas a la protección de datos y del secreto estadístico, como premisas que deben guiar la actividad profesional como profesionales de la Estadística.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- En relación a la breve lista de la Memoria de Grado:
  - Utilizar técnicas básicas de optimización y manejar diferentes algoritmos para la resolución de problemas de optimización.
  - Conocer las técnicas de simulación de modelos y analizar problemas reales utilizando técnicas de simulación.
  - Manejar programas de ordenador para la resolución de problemas de optimización y aplicación en casos prácticos.
- Se pueden precisar algo más de la siguiente manera (en relación con los anteriores):
  - Haber adquirido capacidad para formular y resolver problemas mediante modelos de grafos.
  - Conocer las técnicas de Simulación de Modelos y analizar problemas reales utilizando dichas técnicas.
  - Conocer las principales áreas y técnicas actuales dentro del campo de la Inteligencia Artificial.
  - Saber cómo utilizar técnicas básicas de la Inteligencia Artificial para problemas de optimización combinatoria.
  - Manejar programas de ordenador para la resolución de diversos problemas de Investigación Operativa con técnicas de la Inteligencia Artificial y su aplicación

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922
05/05/2026 - 08:48
Pág. 2 de 8

en casos prácticos.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Parte I. Simulación e Introducción a Teoría de Grafos

- Tema 1. Introducción a la Simulación
  - Definición de sistema real, modelo y simulación.
  - Ventajas e inconvenientes de la simulación.
  - Aplicaciones de la Simulación.
  - Ejemplos de simulación
- Tema 2. Números aleatorios. Generación de números pseudoaleatorios
  - Definición de números aleatorios y pseudoaleatorios.
  - Propiedades deseables de un generador de números pseudoaleatorios.
  - Métodos de generación de números pseudoaleatorios:
  - Método de los cuadrados medios, métodos congruenciales.
  - Medidas estadísticas de calidad de un generador de números pseudoaleatorios uniformes:
  - Contraste chi-cuadrado. Contraste de Kolmogorov-Smirnov. Contaste de rachas ascendentes.
- Tema 3. Generación de valores de variables aleatorias
  - Métodos para generar valores de variables aleatorias discretas: Transformación cuantil.
  - Método de aceptación y rechazo. Método de composición.
  - Generación de distribuciones discretas: Uniforme, Bernoulli, Binomial, Poisson, Binomial negativa e Hipergeométrica.
  - Métodos para generar valores de variables aleatorias continuas: Método de transformación inversa. Método de aceptación y rechazo.
  - Generación de distribuciones continuas: normal, chi-cuadrado de Pearson, t de Student, F de Snedecor, exponencial, Weibull, gamma, beta, Pareto.
  - Simulación de vectores aleatorios: Método de las distribuciones condicionadas. Método de aceptación/rechazo. Métodos específicos para simular la normal multivariante.
- Tema 4. Simulación de Monte Carlo
  - Integración Monte Carlo.
  - Técnicas de reducción de la varianza.
- Tema 5. Simulación de sistemas
  - Fenómenos de espera.
  - Fiabilidad.
  - Inventarios.
- Tema 6. Introducción a la Teoría de grafos
  - Conceptos básicos.
  - Grafos orientados y no orientados.
  - Representaciones matriciales: Matrices de adyacencia y de incidencia

Parte II. Métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial

- Tema 1. ¿Qué es la Inteligencia Artificial?
  - Caracterización de la Inteligencia Artificial.
  - Historia y evolución.
  - Metas y objetivos actuales en Inteligencia Artificial.
  - Áreas, métodos y modelos más relevantes.
- Tema 2: Técnicas de Búsqueda

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922
05/05/2026 - 08:48
Pág. 3 de 8

- Introducción a la representación sobre espacio de estados
- Búsqueda sin información
- Técnicas de búsqueda heurística

- Tema 3: Optimización combinatoria mediante metaheurísticas
  - Introducción a las técnicas basadas en metaheurísticas
  - Técnicas basadas en trayectorias: búsqueda local y enfriamiento simulado
  - Técnicas basadas en poblaciones: algoritmos bioinspirados

PRÁCTICO

Parte I. Simulación e Introducción a Teoría de Grafos

1. Módulo 1. Números aleatorios, simulación de variables y vectores aleatorios con R.
2. Módulo 2. Simulación de sistemas con R.

Parte II. Métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial

1. Módulo 1. Primeros pasos en la Inteligencia Artificial
2. Módulo 2. Diseño de modelos para problemas de búsqueda
3. Módulo 3. Aplicación de técnicas de optimización en R.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- **Parte I: Simulación e Introducción a Teoría de Grafos**
  - Braun, W. J. & Murdoch, D. J., A first course in statistical programming with R. Cambridge, 2007.
  - Cao Abad, R., Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas. Netbiblo, 2002.
  - Gentle, J.E., Random Number Generation and Monte Carlo methods. Springer, 2003.
  - Martín Martín, Q., Investigación Operativa. Prentice Hall, 2003.
  - Ríos Insua, S., Mateos, A., Bielza, M. C. y Jiménez, A. Investigación Operativa. Modelos determinísticos y estocásticos. Centro de Estudios Ramón Areces, 2004.
  - Ripley, B.D., Stochastic Simulation. John Wiley, 2006.
  - Rizzo, M.L., Statistical Computing with R. Chapman and Hall/CRC, 2007.
  - Rubinstens, R. Y. and Krose, D.P., Simulation and the Monte Carlo method. John Wiley&Sons, 2017.
  - Taha, H. A., Investigación de Operaciones. Prentice Hall, 2004.
- **Parte II: Métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial**
  - Stuart J. Russell & Peter Norvig: "Artificial Intelligence, A Modern Approach," 4th edition, Prentice Hall, 2020. https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_Escritorio_Visualizar?cod_primaria=1000193&libro=2864
  - A. Duarte Muñoz, J.J. Pantrigo Fernández, M. Gallego Carrillo: "Metaheurísticas", 1ª edición, Dykinson, 2007. https://elibro.net/es/ereader/ugr/35696
  - P. Cortez, "Modern Optimization with R". Springer 2014
  - E.D. Taillard, "Design of Heuristic Algorithms for Hard Optimization". Springer 2022. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-13714-3

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922
05/05/2026 - 08:48
Pág. 4 de 8

- **Parte I: Simulación e Introducción a Teoría de Grafos**
  - Ross, S.M., A Course in Simulation. Macmillan, 1990.
  - Rubinstein, R.Y. and Melamed, B., Modern Simulation and Modeling. Wiley, 1998.
  - Winston, W. L., Investigación de Operaciones. Aplicaciones y algoritmos. Grupo Editorial Americana, 1994.
- **Parte II: Métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial**
  - Nils J. Nilsson: "The Quest for Artificial Intelligence," Cambridge University Press, 2009
  - Melanie Mitchell: "Artificial Intelligence: A guide for thinking humans", Picador Press, 2020
  - Stuart Rusell: "Human Compatible: AI and the problem of control", Penguin Books, 2020
  - Russell C. Eberhart & Yuhui Sui: "Computational Intelligence: Concepts to Implementation," Morgan Kaufmann, 2007
  - George F. Luger: "Artificial Intelligence: Structures and strategies for complex problem solving", 6th edition, Addison Wesley, 2008.
  - E. Baquela, A. Redchuk. "Optimización Matemática con R. Volumen I: Introducción al modelado y resolución de problemas". CRAN (Open Book) 2013.

ENLACES RECOMENDADOS

- Elements on AI, course of Artificial Intelligence, https://www.elementsofai.com/es/
- Medium Blog on AI and Data Science, https://medium.com/
- Guía Básica de la IA (Google): https://atozofai.withgoogle.com/intl/es/
- Cursos para ampliar el conocimiento de la IA (Secretaría de estado en digitalización e IA).

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - MD1. Lección magistral/expositiva
- MD02 - MD2. Sesiones de discusión y debate
- MD03 - MD3. Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - MD4. Prácticas en sala de informática
- MD05 - MD5. Seminarios
- MD06 - MD6. Ejercicios de simulación
- MD07 - MD7. Análisis de fuentes y documentos
- MD08 - MD8. Realización de trabajos en grupo
- MD09 - MD9. Realización de trabajos individuales

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

- **INFORMACIÓN GENERAL**:
  - Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes vigente en la Universidad de Granada, que puede consultarse en http://secretariageneral.ugr.es/bougr/pages/bougr112/_doc/examenes/

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 08:48
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922 Pág. 5 de 8

- El sistema de calificación empleado será el establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
- Los criterios de evaluación se indicarán en los Programas y Guías Didácticas correspondientes a cada asignatura, garantizando así la transparencia y objetividad de los mismos.
- De acuerdo con el Real Decreto 1125/2003, la valoración del nivel de adquisición de las competencias generales y específicas de cada materia se llevará a cabo de manera continua a lo largo de todo el periodo académico.
- La calificación final será la suma ponderada de las valoraciones obtenidas como resultado de las diferentes pruebas y participación, según los porcentajes especificados a continuación:

- Parte I, Simulación e Introducción a Teoría de Grafos (50% de la calificación final):
  - Parte teórica: Pruebas específicas de conocimientos y resolución de ejercicios, basadas en un examen escrito. 70% de la calificación. Si la nota obtenida está por debajo de 5 puntos sobre 10, se sesgará la misma a 0 puntos sobre 10.
  - Parte práctica (trabajos y seminarios): Abarca todos los trabajos y seminarios realizados por los estudiantes a lo largo del curso (ejercicios, prácticas en ordenador, etc.), tanto de carácter individual como en grupo. Se valorará además de los propios trabajos, la presentación y defensa de los mismos. 25% de la calificación. No es necesario obtener una nota mínima en este apartado.
  - Participación, actitud y esfuerzo personal de los alumnos en todas las actividades formativas programadas, así como una autoevaluación razonada. 5% de la calificación. No es necesario obtener una nota mínima en este apartado.
- Parte II, Métodos y Técnicas de Inteligencia Artificial (50% de la calificación final):
  - Parte teórica: Pruebas específicas de conocimientos y resolución de ejercicios, basadas en evaluación continua mediante diversas pruebas escritas tipo multi-pregunta, así como la presentación de seminarios sobre temáticas relacionadas con la Inteligencia Artificial: 50% de la calificación. Si la nota obtenida está por debajo de 5 puntos sobre 10, se sesgará la misma a 0 puntos sobre 10.
  - Parte práctica (trabajos y ejercicios en laboratorio): Abarca todos los proyectos realizados por los estudiantes a lo largo del curso, tales como ejercicios en clase, prácticas en ordenador, memorias de actividad etc. En el caso particular de la entrega de memorias de trabajo, se podrá exigir la realización de una breve defensa o prueba escrita para validar su evaluación. 45% de la calificación. No es necesario obtener una nota mínima en este apartado.
  - Participación, actitud y esfuerzo personal de los alumnos en todas las actividades formativas programadas, así como una autoevaluación razonada. 5% de la calificación. No es necesario obtener una nota mínima en este apartado.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La evaluación se realizará de acuerdo a los dos apartados abajo indicados, cada uno de los cuales implicará el 50% de la calificación final

- Parte I, Simulación e Introducción a Teoría de Grafos (50% de la nota):
  - 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.
- Parte II, Métodos y Técnicas de Inteligencia Artificial (50% de la nota):
  - Un examen escrito (evaluado de 0 a 10) que incluirá preguntas tipo test, de redacción breve, y/o resolución de ejercicios, que garanticen que el /la estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en esta misma guía

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 08:48
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922 Pág. 6 de 8

docente. Esta parte corresponderá con el 70% de la calificación.
- Un examen con cuestiones de respuesta corta y/o tipo test (evaluado de 0 a 10) sobre cuestiones aplicadas de la materia impartida. Esta parte corresponderá con el 30% restante de la calificación.

Para superar la asignatura de manera global será obligatorio que el estudiante supere ambas partes de manera independiente. Esto implica alcanzar al menos 5 puntos sobre 10 (sumando todos los apartados) en cada una de ellas, no siendo válida la nota promedio. En caso que no se alcance la calificación mínima exigida en alguna de las dos partes, se le asignará al estudiante como calificación final el mínimo entre 4.9 y la nota obtenida en la asignatura.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

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.
Esta modalidad de evaluación se realizará en un único acto académico en la fecha establecida por el Centro y consistirá en:

- Parte I, Simulación e Introducción a Teoría de Grafos:
  - 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.
- Parte II, Métodos y Técnicas de Inteligencia Artificial:
  - Un examen escrito (evaluado de 0 a 10) que incluirá preguntas tipo test, de redacción breve, y/o resolución de ejercicios, que garanticen que el /la estudiante ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en esta misma guía docente. Esta parte corresponderá con el 70% de la calificación.
  - Un examen de respuesta corta (evaluado de 0 a 10) sobre cuestiones aplicadas de la materia impartida. Esta parte corresponderá con el 30% restante de la calificación.

Del mismo modo que en la evaluación estándar, para superar la asignatura de manera global será obligatorio que el estudiante supere ambas partes de manera independiente. Esto implica alcanzar al menos 5 puntos sobre 10 (sumando todos los apartados) en cada una de ellas, no siendo válida la nota promedio. En caso que no se alcance la calificación mínima exigida en alguna de las dos partes, se le asignará al estudiante como calificación final el mínimo entre 4.9 y la nota obtenida en la asignatura.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.
La asistencia a clases de teoría no es obligatoria, pero se recomienda la asistencia para facilitar la asimilación de los conceptos que se imparten (siempre que se realicen de forma presencial o síncrona). La asistencia a las clases de prácticas y seminarios es obligatoria ya que forman parte de la evaluación continua (siempre que se realicen de forma presencial o síncrona).

- Plataforma de recursos de apoyo a la docencia (PRADO2) en https://prado.ugr.es

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 05/05/2026 - 08:48
Código seguro de verificación (CSV): 39913724E283325AB827B1C9508C7922 Pág. 7 de 8

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

SOFTWARE LIBRE

Sí, R

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): **39913724E283325AB827B1C9508C7922**
05/05/2026 - 08:48
Pág. 8 de 8