

26-27

GRADO EN INGENIERÍA EN
INTELIGENCIA ARTIFICIAL
SEGUNDO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



SISTEMAS LÓGICOS PARA LA IA

CÓDIGO 71032073

UNED

26-27

SISTEMAS LÓGICOS PARA LA IA
CÓDIGO 71032073

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
IGUALDAD DE GÉNERO

NOMBRE DE LA ASIGNATURA	SISTEMAS LÓGICOS PARA LA IA
CÓDIGO	71032073
CURSO ACADÉMICO	2026/2027
DEPARTAMENTO	INTELIGENCIA ARTIFICIAL
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN INGENIERÍA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CURSO	SEGUNDO CURSO
PERIODO	SEMESTRE 2
Nº ETCS	6
HORAS	150.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Contextualización en el plan de estudios

Esta asignatura pertenece a la materia **Representación e inferencia**, que agrupa varias asignaturas afines. Todas ellas parten de un esquema de representación 'textual' de las propiedades y restricciones relevantes en el correspondiente ámbito de estudio. Y definen cálculos sobre estas cadenas de símbolos para garantizar resultados en forma de consecuencias o decisiones.

Sistemas lógicos para la IA (2º, semestre 2) presenta algunos de estos lenguajes de representación, con sus cálculos asociados, y referencia otros complementarios. El primer bloque de esta asignatura amplía contenidos estudiados en *Lógica y Estructuras Discretas* (1º, semestre 1) e *Introducción a la IA* (1º, semestre 2). Dentro de esta misma materia y en cursos posteriores se encuentran *Metaheurísticas* (3º, semestre 1), *Ingeniería y gestión del conocimiento* (3º, semestre 1) y *Agentes y sistemas multiagente* (4º, semestre 1). No incluye representaciones probabilísticas o de tratamiento de la incertidumbre porque se abordan diferenciadamente en asignaturas previas como *Modelos probabilistas y análisis de decisiones* (2º, semestre 1) y en otras posteriores.

Sobre el análisis de los sistemas lógicos estudiados

Intuitivamente, un sistema lógico es una reducción formalizada de un escenario de estudio y a partir de esa representación todo se opera en el plano simbólico, con las reglas establecidas. Así, las sutilezas que distinguen dos situaciones se pueden representar en algunos sistemas como expresiones simbólicas distintas y en otros sistemas, menos expresivos, deben asignarse a la misma cadena de símbolos (y a partir de ese punto, son indistinguibles para los cálculos del sistema). Complementariamente, todos los juicios semánticos sobre la verdad de una afirmación o de un conjunto de afirmaciones ocurren sobre esas cadenas ya formalizadas y con las reglas de evaluación semántica acordadas para esos símbolos.

De esta forma, aparecerán tres niveles de análisis de los sistemas que se estudian. En

primer lugar, la expresividad y capacidad de representación del lenguaje lógico: ¿es adecuado para el uso previsto?, ¿dispone de los símbolos necesarios, con su significado formal bien definido, para 'discutir de una forma eficiente' sobre un determinado escenario?. En segundo lugar, ya sobre cadenas de símbolos, ¿qué cálculos se proponen, para qué fines, con qué garantías o limitaciones teóricas? Estos cálculos son los que permitirán, respecto a la semántica formal donde se evalúan esas cadenas, afirmar que 'todo esto no puede ser verdad a la vez' o que 'esto no puede dejar de ser verdad cuando se admite que todo aquello lo es'. Finalmente, y también con más o menos limitaciones reconocidas, se trata de automatizar estos sistemas.

Contribución al perfil profesional

Esta es una asignatura fundacional en la materia *Representación e inferencia*, que permite respaldar desarrollos con herramientas que comprueban la consistencia de las reglas que describen sus restricciones y descubrir nuevo conocimiento en forma de deducciones.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Requisitos. Para el estudio de esta asignatura se requiere haber superado *Lógica y Estructuras Discretas (1er cuatrimestre, 1er curso)*.

Conexión con contenidos previos en el grado. *Lógica y Estructuras Discretas* facilita las estructuras matemáticas y el lenguaje (sintaxis y semántica) de los sistemas estudiados en el bloque 1: Lógica de Proposiciones y de Predicados, de los que se amplían contenidos. Complementariamente, también se revisitan algunos apartados de la asignatura *Introducción a la IA (2o cuatrimestre, 1er curso)*, que incluye una introducción a Prolog.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JOSE LUIS FERNANDEZ VINDEL (Coordinador/a de asignatura)
jlvindel@dia.uned.es
91398-7181
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JAVIER OLIVARES ROMERO
jolivares@dia.uned.es
91398-6834
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JORGE PEREZ MARTIN
jperezmartin@dia.uned.es
91398-9387
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Los datos oficiales de atención de esta asignatura son:

José Luis Fernández Vindel (jlvindel@dia.uned.es): Lunes de 15:00 a 19:00. Tfno: 91 398 7181

Jorge Pérez Martín (jperezmartin@dia.uned.es): Martes de 8:00 a 12:00. Tfno: 91 398 9387

Javier Olivares Romero (jolivares@dia.uned.es): Miércoles de 9:00 a 13:00. Tfno: 91 398 8715

Despachos 3.11 y 3.12. Dpto. de Inteligencia Artificial, ETSII Informática de la UNED. C/ Juan del Rosal 16. Madrid 28040

Adicionalmente, el estudiante dispone de canales de comunicación en el entorno del Curso Virtual. En primer lugar, **el estudiante cuenta con los foros generales**, que son atendidos directamente por el Equipo Docente (en colaboración con las aportaciones que siempre se entrecruzan entre los propios estudiantes). En segundo lugar y en el mismo entorno virtual, el estudiante *puede acceder a un foro correspondiente a su Centro Asociado* para comunicarse telemáticamente con el Profesor Tutor que le haya sido asignado.

Recomendamos al estudiante que acuda a su Centro más cercano para utilizar los recursos físicos distribuidos localmente (bibliotecas, conectividad, etc.). En particular, las tutorías presenciales se imparten en los Centros Asociados. Cuando el Centro no disponga de un profesor tutor asociado a esta asignatura, se garantizará este tipo de tutorización mediante interconexión telemática (aulas Avip) de algunos Centros a otro.

El equipo docente ha organizado la asignatura para que el alumno pueda alcanzar los objetivos de aprendizaje de una forma autónoma en caso de que no pueda acudir a tutorías presenciales, si bien éstas pueden ayudarle a recibir por parte del tutor un apoyo más personalizado. En todo caso, recomendamos al alumno que esté muy **atento a las noticias y mensajes que el equipo docente publica en el curso virtual** (y de las que, como del resto de actividad en el curso virtual, llega copia adicional a su correo electrónico de estudiante).

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

En el enlace que aparece a continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura. Estas pueden ser:

- **Tutorías de centro o presenciales:** se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.
- **Tutorías campus/intercampus:** se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 71032073

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Véase el apartado *Resultados de aprendizaje*.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA01 - Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de aplicar los conocimientos necesarios de álgebra, cálculo, análisis, matemática discreta, lógica y estadística para la resolución de los problemas propios de la inteligencia artificial. TIPO: Habilidades o destrezas

RA-IA01 - Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de determinar las técnicas más adecuadas para la resolución de problemas que involucren modelos de razonamiento en entornos centralizados y distribuidos, técnicas de aprendizaje automático y estadística avanzada, técnicas de percepción y robótica cognitiva, entidades y sistemas inteligentes que permitan la adquisición y representación del conocimiento, la transformación de los datos en conocimiento y la manipulación del entorno, en problemas que requieran el uso de infraestructuras, entornos y técnicas de la inteligencia artificial. TIPO: Conocimientos o contenidos

RA-IA02 - Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de desarrollar sistemas basados en conocimiento orientados a la resolución de problemas y toma de decisiones que requieran conducta inteligente, en problemas de clasificación supervisada y no supervisada, de búsqueda de relaciones de independencia condicional entre variables relacionadas, o que puedan percibir su entorno para la manipulación, navegación y planificación de su comportamiento, con cierto grado de autonomía. TIPO: Habilidades o destrezas

RA-CD04 - Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de diseñar soluciones que deriven conocimiento nuevo realizando inferencia o por medio de métodos de minería de datos o aprendizaje automático con metodologías robustas de aprendizaje y validación en problemas que involucren cualquier tipo de tratamiento de grandes volúmenes de datos. TIPO: Competencias

CONTENIDOS

Bloque 1. Lógica Proposicional y de Predicados

Repaso de los sistemas de lógica clásica desde la perspectiva de su automatización y de sus propiedades (garantías y limitaciones).

- *Lenguaje y representación*. Sintaxis y semántica. Satisfacibilidad, validez, equivalencia y consecuencia. Propiedades de estos sistemas (expresividad, complejidad, decidibilidad, ...) y de alguno de sus fragmentos. Mundo abierto vs mundo cerrado. Uso en la representación de sistemas y de conocimiento.
- *Cálculos simbólicos*. Tableaux. Unificación y resolución.

- *Implementación y herramientas.* Sat-Solvers, demostradores de teoremas. Prolog y Datalog.

Bloque 2. Lógicas Descriptivas

Diseño modular de familias lógicas, como fragmentos decidibles de la lógica de primer orden, para la declaración y explotación de ontologías.

- *Lenguaje y representación.* Individuos, conceptos y roles, junto a diversos constructores lógicos como operadores para la producción sintáctica de conceptos y roles complejos. Familias de lógicas descriptivas (ALC, ..., SHOIN, SROIQ), con expresividad y complejidad computacional crecientes, generadas por subgrupos distintos de constructores. Representación de ontologías en la lógica descriptiva adecuada, como compromiso entre la expresividad requerida y la complejidad asociada.
- *Cálculos simbólicos.* Tableaux. Servicios de razonamiento (subsunción, consistencia, clasificación).
- *Implementación y herramientas.* Razonadores. Editores de ontologías y de grafos de conocimiento. Lenguajes de consulta.

Bloque 3.1. Fundamentos de Lógica Modal

Fórmulas cuyo valor de verdad depende de su evaluación conjunta sobre 'otros mundos alternativos': sobre todos los mundos accesibles desde el actual.

- *Lenguaje y representación.* El lenguaje de la lógica modal básica. Interpretación sobre modelos $M = (W, R, V)$, donde W es un conjunto de mundos relacionados por R y con valoración V sobre sus variables proposicionales. Valor de verdad de una fórmula en un mundo de un determinado modelo, en todos los mundos del modelo o en todos los modelos de una clase de modelos (quizá porque utilizan relaciones R con las mismas restricciones: reflexividad y/o simetría y/o transitividad ...). Teoría de la correspondencia. Sistemas de lógica modal (K, T, ..., S4, S5) con expresividad creciente. Bisimulación. Primer uso de la lógica modal básica para representar conceptos como necesidad y posibilidad.
- *Cálculos simbólicos.* Tableaux. Derivaciones axiomáticas.
- *Implementación y herramientas.* Probadores de teoremas.

Bloque 3.2. Lógicas modales relevantes

Para configurar la representación de un contexto o de un concepto en lógica modal se puede (1) 'leer' o reinterpretar adecuadamente los operadores modales básicos y (2) escoger las restricciones formales adecuadas sobre el sistema lógico que responden a las observables sobre el concepto. De esta forma aparecen diversas lógicas modales aplicadas.

- *Lógicas temporales.* Donde los mundos son estados de un sistema relacionados entre sí por el paso temporal entre estados. El sistema LTL (Linear Temporal Logic) asume un único

estado futuro accesible mientras que CTL (Computation Tree Logic) admite diversos estados futuros posibles. Se utiliza como lenguaje de especificación para confirmar que ciertas propiedades deseables del sistema se mantienen o se alcanzan y para descartar que nunca se cumplen propiedades indeseables sobre el sistema.

- *Lógica deóntica*. Para la representación de conceptos como *obligatorio*, *permitido* y *prohibido*. Permite la gestión consistente, sin contradicciones, de una normativa sobre un proceso y la derivación de conclusiones dentro de esta regulación.
- *Lógicas epistémica y doxática*. Representan, respectivamente, lo que cada uno entre los agentes relacionados sabe ('sobre las cosas' o sobre lo que otros agentes saben) o bien sobre las meras creencias de estos agentes (que no necesariamente deben ser verdad). Se utilizan para el modelado de la información en sistemas multiagente.
- *Lógica dinámica*. Utilizada para verificación y planificación porque representa acciones que producen cambios de estado.
- *Modelado teórico de juegos sobre sistemas modales*.

Bloque 4. Panorámica de sistemas lógicos para la IA

Esta es una breve revisión recopilatoria, quizá con mención complementaria a ciertos sistemas no tratados. Se articula sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Qué sistemas lógicos consideramos? ¿Cómo difieren entre sí respecto a ciertas propiedades formales (monotonía, mundo abierto o cerrado, decidibilidad, expresividad, ...)? ¿Cómo difieren entre sí respecto a la utilidad de uso para fines específicos?
- ¿Qué tipo de razonamiento se necesita en cada momento (deductivo, abductivo, inductivo)? ¿Se necesita incorporar, de una forma u otra, la gestión de incertidumbre? ¿La aplicación necesita el uso de un sistema correcto, de un sistema completo, de un sistema decidible?
- ¿Cómo se utilizan de forma autónoma las implementaciones de estos sistemas, dentro de las aplicaciones tradicionales de la IA simbólica? ¿Cómo se integran con los nuevos agentes IA emergentes, en sistemas híbridos o como preprocesadores o salvaguardas?

METODOLOGÍA

Canales, recursos y metodología de las asignaturas en la UNED

Las diferentes asignaturas que integran este grado, se impartirán todas ellas conforme a la metodología no presencial que caracteriza a la UNED, en la cual prima el autotrendizaje del alumno, asistido por el profesor mediante diversos sistemas de comunicación docente-discente mayoritariamente asíncronos y por las tutorías que pueden ser presenciales, impartidas en los Centros Asociados, o semipresenciales permitiendo la conexión del alumnado a las sesiones con independencia de su localización geográfica. Además, la docencia se imparte con apoyo de una plataforma virtual interactiva en la que se combinan distintos recursos, los medios impresos y los audiovisuales y virtuales. Más en concreto, la

plataforma virtual contendrá: contenidos, foros de discusión, glosario de términos, tareas y enlaces de interés.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen mixto
Preguntas test	16
Preguntas desarrollo	2
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Ninguno

Criterios de evaluación

En el enunciado del examen se indicará:

Para el test, cuánto puntúa cada acierto, cada fallo y cada pregunta no contestada.

Para las preguntas de desarrollo: cuántos puntos valen.

Es necesario obtener un mínimo de 3,5 puntos en el examen para que se tengan en cuenta las actividades de evaluación continua.

% del examen sobre la nota final	80
Nota del examen para aprobar sin PEC	6,3
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	8
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	3,5

Comentarios y observaciones

Bajo estas líneas se indica cómo se calcula la nota final de la asignatura.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si

Descripción

La PEC se compone de una batería de test, que estarán abiertos para su realización durante todo el curso, hasta el inicio de la primera semana de exámenes aproximadamente. La nota obtenida en la PEC se calcula de forma ponderada con las notas obtenidas en cada uno de los test realizados, no siendo necesario realizar todos los test para obtener una calificación. Aunque estos test son de carácter voluntario, se recomienda su realización como recurso de aprendizaje y para la preparación del examen.

En el curso virtual se detallarán los plazos y la forma de evaluación de la PEC.

Criterios de evaluación

Abajo se indica cómo se calcula la nota final de la asignatura.

Ponderación de la PEC en la nota final	30%
Fecha aproximada de entrega	Domingo previo a la primera semana de exámenes

Comentarios y observaciones

Abajo se indica cómo se calcula la nota final de la asignatura.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

En la calificación final intervienen tanto la nota del examen presencial como la que provenga de la PEC. Es necesario obtener un mínimo de 3,5 puntos en el examen para que se tengan en cuenta la nota obtenida en la PEC. La calificación final se calcula como:

Si "Examen" \geq 3,5

"Calificación final" = $0.8 \times \text{"Examen"} + 0.3 \times \text{"PEC"}$

Si "Examen" $<$ 3.5

"Calificación final" = $0.8 \times \text{"Examen"}$

donde el símbolo "x" indica el producto o multiplicación, y las notas "Examen", "PEC" y "Prácticas Aplicadas" se valoran de 0 a 10 cada una. No es necesario haber realizado la PEC, ni las prácticas aplicadas, para poder presentarse al examen final. El examen presencial aporta a lo sumo 8 puntos sobre la calificación final, la PEC aporta a lo sumo 3 puntos sobre la calificación final. En cuanto al cálculo de esta calificación final, tan sólo si el resultado de la fórmula anterior supera los 10 puntos se recortará necesariamente hasta la nota máxima permitida que es 10. Si la suma de esa fórmula no llega a 10, su resultado es directamente la calificación final obtenida. Para obtener las calificaciones de Aprobado, Notable y Sobresaliente es necesario que el *resultado de esta calificación final, según la fórmula anterior*, sea mayor o igual, respectivamente, que 5, 7 y 9.

De un curso para otro no se guardará nota de ninguna actividad evaluable ni del examen. Para aquellos alumnos que deseen presentarse a la convocatoria de septiembre se les guardará la nota de las actividades evaluables que presentasen durante el cuatrimestre, aunque no se les guardará la nota del examen de junio si se hubieran presentado en dicha convocatoria. Además, desde mediados de junio hasta finales de agosto se abrirá nuevamente la entrega de la PEC en la plataforma virtual para que los alumnos que deseen presentarse en septiembre puedan entregarlas nuevamente. Durante dicho período de junio a septiembre los alumnos podrán utilizar todos los recursos disponibles en el curso virtual (foros, área de documentos, etc.); sin embargo, el equipo docente no atenderá necesariamente los foros.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Todos los materiales de estudio necesarios para la asignatura se facilitan como apuntes propios del curso.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Textos abiertos, descargables

- Proyecto Logic in Action, con texto pdf descargable.
- Proyecto Open Logic, con un repositorio colaborativo de secciones con las que componer textos descargables diversos (Boxes and Diamonds, Intermediate Logic, What If?, ...)

Textos especializados de interés

- *Introduction to logic (Third edition)*. Michael Genesereth & Eric J. Kao. 2017, Springer International Publishing
- *Logic in computer science: modelling and reasoning about systems*. Michael Huth & Mark Ryan. 2004, Cambridge University Press.
- *Logic in computer science*. Hantao Zhang & Jian Zhang. 2025, Springer Nature Singapore.
- *An introduction to description logics*. Franz Baader et al. 2017, Cambridge University Press.
- *Semantic web for the working ontologist: effective modelling for linked data, RDFS and OWL (Third edition)*. Dean Allemang et al. 2020. Association for computing machinery (ACM).
- *Modal logic for open minds*. Johan van Benthem. 2010, Center for the Study of Language and Information (CSLI).
- *Reasoning about knowledge*. Ronal Fagin et al. 1995, MIT Press.
- *Temporal logic: from philosophy and proof theory to artificial intelligence and quantum computing*. Stefania Centrone & Klaus Mainzer. 2023, World Scientific.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En el curso virtual se facilitan todos los contenidos necesarios para el estudio de la asignatura y enlaces a las aplicaciones en línea utilizadas para la ejecución de ejemplos y actividades.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.