

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales República Argentina</p>	<p>Programa de:</p> <p style="text-align: center;">Sistemas Inteligentes</p> <p>Código:</p>		
<p>Carrera: <i>Ingeniería Industrial</i> Escuela: <i>Ingeniería Industrial</i> Departamento: <i>Computación.</i></p>	<p>Plan: <i>2007</i> Carga Horaria: <i>72</i> Semestre: <i>Segundo</i> Carácter: <i>Selectiva</i> Bloque: <i>Tecnologías aplicadas</i></p> <p>Puntos: <i>3</i> Hs. Semanales: <i>4,5</i> Año: <i>Quinto</i></p>		
<p>Objetivos: Al terminar el curso el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprenderá las nociones generales sobre las técnicas de la Inteligencia Artificial necesarios para poder fundamentar los objetivos específicos de los Sistemas Basados en el Conocimiento. • Conocerá y aplicará fluidamente diversos formalismos de representación mental del conocimiento para describir los problemas que requieran procesos de pensamiento para su solución en forma precisa y que permitan su especificación computacional. • Conocerá y aplicará los algoritmos de solución racional de problemas, específicos para de cada representación formal del conocimiento. • Adquirirá experiencia práctica para diseñar e implementar Sistemas Basados en el Conocimiento utilizando metodologías, lenguajes y herramientas apropiados. • Adquirirá los conocimientos para emplear técnicas de adquisición automática del conocimiento y de aprendizaje automático para realizar descubrimiento en grandes bases de datos 			
<p>Programa Sintético:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fundamentos y métodos de la Inteligencia Artificial.</i> 2. <i>Formalismos de representación del conocimiento.</i> 3. <i>Razonamiento a partir del conocimiento.</i> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> 4. <i>Modelado en la Ingeniería del Conocimiento.</i> 5. <i>Aprendizaje automático.</i> 6. <i>Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos.</i> </td> </tr> </table>		<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fundamentos y métodos de la Inteligencia Artificial.</i> 2. <i>Formalismos de representación del conocimiento.</i> 3. <i>Razonamiento a partir del conocimiento.</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 4. <i>Modelado en la Ingeniería del Conocimiento.</i> 5. <i>Aprendizaje automático.</i> 6. <i>Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos.</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fundamentos y métodos de la Inteligencia Artificial.</i> 2. <i>Formalismos de representación del conocimiento.</i> 3. <i>Razonamiento a partir del conocimiento.</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 4. <i>Modelado en la Ingeniería del Conocimiento.</i> 5. <i>Aprendizaje automático.</i> 6. <i>Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos.</i> 		
<p>Programa Analítico: de foja 2 a foja .</p>			
<p>Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .</p>			
<p>Bibliografía: de foja 4 a foja 4.</p>			
<p>Correlativas Obligatorias: Matemática del Curso de Nivelación.</p>			
<p>Correlativas Aconsejadas: Introducción a la Matemática.</p>			
<p>Rige: 2007</p>			
<p>Aprobado HCD, Res.: Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.: Fecha: Fecha:</p>			
<p>El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .</p>			
<p>Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:</p>			

PROGRAMA ANALITICO

1. LINEAMIENTOS GENERALES

La *Inteligencia Artificial* no solo se propone entender como toda ciencia lo hace, sino que también se dedica a construir entidades inteligentes como en las diferentes ingenierías. Abarca en la actualidad un enorme campo de acción que van desde áreas de propósito general como la percepción y el aprendizaje a otras más específicas como el juego de ajedrez, la demostración de teoremas matemáticos, el diagnóstico de enfermedades, el diseño de dispositivos y la planificación de tareas.

Esta disciplina ha recibido numerosas definiciones pero básicamente se pueden descomponer desde el punto de vista del pensamiento, en sistemas que piensan como humanos o que lo hacen racionalmente y desde el punto de vista de su comportamiento, en aquellos que actúan como humanos o que lo hacen racionalmente. Sus fundamentos están en la filosofía, la matemática y la lógica, la economía, la psicología, la neurociencia, la teoría de control, la lingüística y la Ingeniería en Computación.

Las aplicaciones de la Inteligencia Artificial que mayor difusión ha tenido son los Sistemas de Información Basados en el Conocimiento y los Sistemas Expertos, cuyo estudio y desarrollo se ha denominado *Ingeniería del Conocimiento* y suele considerársela como una especialización de la Ingeniería de Software aplicada al desarrollo de Sistemas Inteligentes. Actualmente su expansión abarca lo que se denominan *Ontologías* y su aplicación a la *Web Semántica*.

Durante las décadas de 1970 y 1980 los investigadores en Inteligencia Artificial llegaron al convencimiento de que las metodologías generales de solución de problemas y más específicamente los algoritmos de búsqueda tradicionales eran insuficientes para resolver problemas de mediana complejidad, surgiendo la necesidad de incorporar conocimiento limitado a un particular dominio de interés.

Para lograr el objetivo de transferir los conocimientos de un experto en un dominio se ha hecho necesario poder especificarlo formalmente, destacándose la Lógica, los Diagramas de Redes Semánticas, los Marcos, los Objetos y otros procedimientos para la *representación del conocimiento*. Pero este conocimiento estático de las relaciones causales no es suficiente para producir los resultados o su explicitación por medio de sucesivas transformaciones, que en general, pueden caracterizarse como nuevos conocimientos, siendo entonces necesario desarrollar algoritmos que produzcan las inferencias buscadas, recibiendo así la denominación genérica de *algoritmos o motores de inferencia*.

Los razonamientos basados en la lógica y sus diferentes versiones de razonamientos exactos se vieron necesitados, durante las décadas de 1980 y 1990, de una adaptación a la incertidumbre y la inexactitud propia de los lenguajes naturales y los sistemas de conocimientos reales. En ésta oportunidad a la lógica formal se le han incorporado los conceptos probabilísticas, estableciéndose métodos de *razonamiento en condiciones de incertidumbre* como las Redes Bayesianas y de *razonamiento inexacto* basado en los conjuntos borrosos o *Fuzzy Sets*.

La Ingeniería del Conocimiento se enfoca en la aplicación de los anteriores conceptos al desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento en general y al de Sistemas Expertos en particular, destacándose la necesidad de la *adquisición del conocimiento* así como su *especificación, verificación, validación, diseño e implementación* en sistemas informáticos o lenguajes apropiados para la construcción de *Bases de Conocimientos* para la toma de decisiones. Este conjunto de actividades se conoce como *Modelado de Sistemas Basados en el Conocimiento* y actualmente se dispone de varias opciones como *CommonKADS, Protege, KSM y MIKE*, entre otras.

El paso de la teoría de los Sistemas Basados en el Conocimiento a la construcción de los mismos, requiere la adquisición de una fluida habilidad para realizar las tareas indicadas en el punto anterior, las que solo se logran a partir de una práctica sobre un lenguaje concreto como CLIPS, que soporte las diferentes formas de representación como la *programación basada en reglas, la orientada a objetos o marcos, la funcional y la lógica*.

Además el *motor de inferencia* debe también proveer medios de control de diferentes estrategias de razonamiento y soportar mecanismos de *incertidumbre y mantenimiento de la verdad* como en el caso de los razonamientos no-monotónicos. Para una visión completa se requeriría el estudio de varias herramientas de

programación simbólica o directamente de bajo nivel para construir las herramientas que den sustento a las diferentes teorías de la Inteligencia Artificial, pero desde un punto de vista del contexto de la Ingeniería del Conocimiento, se encara la solución a los problemas con las herramientas de libre disponibilidad en Internet.

La adquisición del conocimiento a partir de expertos humanos, si bien necesaria e insustituible en muchas aplicaciones, ha presentado diversas dificultades que van desde la representación del sentido común hasta las excesivas demoras en la implementación y el mantenimiento de los sistemas. Ante estas dificultades han surgido las técnicas de *adquisición automática del conocimiento*. El tema de la certificación de la Calidad del Software ha tomado mayor importancia con el crecimiento exponencial en el tamaño y complejidad de los sistemas de software y en algunos casos la naturaleza crítica de los mismos. Para asegurar el crecimiento de los Sistemas Basados en el conocimiento se ha hecho necesario desarrollar técnicas que permitan evitar los errores de diseño del sistema y la adquisición del conocimiento, para lo cual se los debe *verificar*, es decir que se demuestra su consistencia y completitud, se los debe *validar*, o sea que se determina la corrección

El *aprendizaje automático* ha sido una posterior repuesta a las dificultades para la adquisición humana del conocimiento y se basa en el aprendizaje de conceptos generales a partir de casos particulares. Algunas de las técnicas más conocidas son las de *inducción de árboles de decisión*, *las redes neuronales* y los *algoritmos genéticos*. Actualmente la aplicación de estas técnicas a grandes bases de datos a dado lugar a los conceptos de Minería de Datos (*Data Mining, DM*) y de Descubrimiento de Conocimientos en Grandes Bases de Datos (*Knowledge Discovery in Data Bases, KDD*) aplicada a la construcción de Bases de Conocimientos en problemas de estrategias de negocios.

2. METODOLOGIA DE ENSEÑANZA

Las etapas de construcción y elaboración de conocimientos son sustentadas mediante la exposición dialogada como estrategia didáctica y el empleo de proyección de diapositivas, filminas, pizarrón y proyector multimedia como materiales didácticos. Todos los materiales de estudio, incluyendo sistema de consultas, preguntas frecuentes, e-mail, evaluaciones, etc., se disponen en el sistema informático de aprendizaje del Departamento de Computación (Laboratorio de Enseñanza Virtual – LEV. <http://lev.efn.uncor.edu>)

La fase de ejercitación y aplicación de los contenidos de la asignatura, se fundamenta tanto en el desarrollo teórico como en el práctico del presente curso. Se realizan dos tipos diferenciados de actividades en coordinación con el desarrollo de la autonomía de aprendizaje, consistentes en la solución de problemas acotados y en la elaboración de un proyecto de un Sistema Inteligente integrador realizado en equipo. En estas instancias el trabajo individual y grupal, permite la conformación de ideas y el establecimiento de relaciones entre el conocimiento adquirido y situaciones nuevas planteadas desde otras problemáticas de la misma disciplina.

El dictado se realizará en 16 clases de 4hs 30min (reloj) consistentes en la presentación teórica de los temas por parte del docente, las que no podrán superar 2:00 en cada sesión y las prácticas de laboratorio se realizarán en 2:300hs, siendo previamente asignadas por el docente coincidentes con el tema teórico previo, asumiendo el docente el rol de tutor y mediante evaluaciones formativas en cada clase.

El proceso de elaboración del proyecto integrador será seguido mediante entregas parciales pautadas en el LEV, así como la devolución de las evaluaciones parciales. El proyecto será defendido mediante una presentación pública para todo el curso.

Programación de actividades y bibliografía recomendada

Clase	Tema	Capítulo*
1	Unidad 1	[2]-1; [8]-1-2;
2	Unidad 1	[2]-2; [8]-3-4-5;
3	Unidad 2	[1]-1-2-7; [2]-3; [6]-1; [8]-7-8;
4	Unidad 2	[1]-2-8; [2]-3; [7]-5 [8]-13
5	Unidad 3	[1]-3-9; [2]-4; [8]-9;
6	Unidad 3	[1]-3-10-11; [2]-4; [8]-14;
7	Unidad 3	[1]-4-5; [3]-4-5;
8	Evaluación parcial	

Clase	Tema	Capítulo*
9	Unidad 4	[1]-6; [2]-5; [6]-2-3-4; [7]-1-2;
10	Unidad 4	[2]-6; [6]-5-10; [7]-3; [9]-5
11	Unidad 4	[2]-7; [6]-6-7; [7]-4; [9]-6
12	Unidad 4	[2]-8-9; [6]-8-9-11; [7]-6-7-8;
13	Unidad 5	[2]-10; [4]-5-6-10-14; [8]-18-19; [10]-1-2
14	Unidad 6	[2]-11; [4]-7-11-16; [8]-20-21; [10]-3;
15	Unidad 6	[4]-8-12-17; [10]-3;
16	Presentación trabajo final	

- * Corresponde con el Capítulo del material indicado como [numero de obra]-número de capítulo que se adjuntan en la bibliografía.
- * La bibliografía complementaria se sugiere con el objeto de profundizar los contenidos pero puede obviarse a los fines de alcanzar los objetivos de la materia.

3. EVALUACION**Evaluaciones Formativas**

Las actividades de Laboratorio consistirán en la puesta en funcionamiento de los Ejercicios y Problemas de especificación de programas que acompañan al enunciado de los temas conceptuales y se considerarán como de realización necesaria para la acreditación del porcentaje de asistencia total. El estudiante pondrá a disposición de los profesores el trabajo en equipo, mediante el uso del LEV.

Evaluación Parcial de Acreditación

Tiene por objeto acreditar que el alumno ha alcanzado, individualmente, las siguientes metas de aprendizaje, en relación a las unidades 1, 2 y 3 del programa analítico:

- Formalizar el espacio de búsqueda, así como los mecanismos de operación y las heurísticas de un problema de ingeniería.
- Aplicar formalismos de representación mental del conocimiento para describir los problemas que requieran procesos de pensamiento para su solución en forma precisa y que permitan su especificación computacional.
- Especificar e implementar los algoritmos declarativos que infieran las soluciones de los problemas representados en la meta anterior.

Características generales:

- La evaluación se realizará durante el horario habitual de clases, pudiendo disponerse del tiempo asignado a las exposiciones teóricas y de laboratorio.
- Constará de tres ejercicios correspondientes a cada una de las metas de la evaluación.
- La calificación será de 0 a 10 y el peso relativo del 40% del total.

Evaluación Proyecto Final Integrador

Tiene por objeto acreditar que el alumno a alcanzado, individualmente, las siguientes metas de aprendizaje, en relación a las unidades 4, 5 y 6 del programa analítico y considerando los conceptos necesarios de las unidades anteriores:

-

Características generales:

La evaluación se realizará durante el horario habitual de clases, pudiendo disponerse del tiempo asignado a las exposiciones teóricas y de laboratorio.

Consistirá en la presentación escrita y posterior exposición y defensa del proyecto final integrador en un tiempo máximo asignado de 30min.

La calificación sera de 0 a 10 y el peso relativo del 55% del total.

Condición de regularidad

Para alcanzar la condición de ALUMNO REGULAR se deberán cumplir los siguientes requisitos excluyentes:

- Asistir al 80% de las clases teóricas y de laboratorio.
- Aprobar el examen parcial con nota cuatro (4) o superior.

Recuperación de parciales:

En el caso de no alcanzar la nota de 4 en la evaluación parcial se deberá aprobar un único examen parcial de recuperación cuya nota deberá ser 4 o superior. A los fines de la nota final se reemplazará la nota original por la del parcial de recuperación.

Régimen de promoción**Aprobación de la materia:**

Para lograr la promoción se deberán alcanzar los siguientes objetivos excluyentes:

- Asistir al 80% de las clases teóricas y de laboratorio.
- Aprobar el exámenes parciales con nota cuatro (4) o superior.
- Aprobar el Proyecto Final Integrador con nota cuatro (4) o superior.
- Obtener una calificación final con nota cuatro (4) o superior

Calificación final:

La calificación es el promedio ponderado de las diferentes evaluaciones y su valor numérico se establece como:

$$\text{Nota Final} = \text{Nota del Parcial} * 0.45 + \text{Proyecto Final Integrador} * 0.55$$

Este valor se redondeará al entero más próximo.

4. CONTENIDOS TEMATICOS

Unidad 1. Fundamentos y Métodos de la Inteligencia Artificial

Introducción y fundamentos de la Inteligencia Artificial. Agentes inteligentes. Resolución de problemas mediante búsqueda en espacios. Búsqueda informada y óptima. Satisfacción de restricciones. Aplicaciones.

Unidad 2. Formalismos de representación del conocimiento

El significado del conocimiento. Base de conocimiento. Sistemas de producciones. Redes Semánticas, Esquemas, Marcos y Objetos. Lógica y conjuntos. Cálculo proposicional. Cuantificadores y lógica de predicados. Lógica de la incertidumbre, redes bayesianas y lógica borrosa. Herramientas y aplicaciones.

Unidad 3. Razonamiento a partir del conocimiento

Lógica deductiva y silogismos. Reglas de Inferencia. Lógica de predicados de primer orden. Sistemas lógicos. Resolución y deducción. Razonamiento. Sistemas basados en reglas, encadenamiento hacia delante y hacia atrás. Razonamiento incierto y borroso. Inferencia y aprendizaje. Metaconocimiento. Herramientas y aplicaciones.

Unidad 4. Modelado en la Ingeniería del Conocimiento

Modelos en CommonKADS. Modelos de conocimiento. Roles del proceso. Modelo de contexto. Conocimiento del dominio, de inferencia y de tarea. Técnicas de adquisición del conocimiento. Plantillas de tareas. Modelo de comunicación. Modelo de diseño. Herramientas y aplicaciones.

Unidad 5. Aprendizaje automático

Concepto de aprendizaje. Procesos de aprendizaje. Inducción basada en ejemplos. Abducción. Aprendizaje deductivo. Aprendizaje por analogía. Razonamiento basado en casos. Herramientas y aplicaciones.

Unidad 6. Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos

Fundamentos de las redes neuronales. Regla de aprendizaje. Introducción a los Algoritmos Genéticos. Operadores básicos. Mecanismos de los Algoritmos Genéticos. Herramientas y aplicaciones.

5. LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

Actividades Prácticas

1.- Actividades de Laboratorio

El alumno realizará actividades de programación en el Laboratorio de Computación que se corresponden con los ejercicios propuestos como actividades de práctica.

- 1.- Especificación de hechos simples y compuestos en CLIPS.
- 2.- Especificación de reglas de producción en CLIPS
- 3.- Especificación de módulos y comandos del sistema CLIPS.
- 4.- Especificación de acciones en las reglas y funciones procedimentales
- 5.- Especificaciones de plantillas de desarrollo de Sistemas Inteligentes..
- 5.- Codificación y comunicación de la información.

2.- Actividades de Proyecto y Diseño

Tiene por objeto acreditar que el alumno ha adquirido las siguientes habilidades y técnicas, relacionadas preferentemente a la totalidad de los contenidos de la asignatura:

- Aplicar la Inteligencia Artificial y la Ingeniería del Conocimiento a un problema de clasificación, diagnóstico, monitorización, valoración, predicción, síntesis, diseño, planificación de recursos y tiempos, y combinaciones de estos problemas que se presentan en la ingeniería.
- Experimentar con diferentes metodologías y criterios de diseño e implementación de Sistemas Inteligentes.
- Capacidad para el trabajo en equipo en la planificación y ejecución de un proyecto de un Sistema Inteligente.

Características generales:

- El proyecto consistirá en el desarrollo de un Sistema Inteligente mediante el empleo del paradigma declarativo de programación si se trata de un Sistema Basado en el Conocimiento o se emplearan las herramientas de aprendizaje a conjuntos de datos significativos para la solución de problemas de minería de datos.
- Se implementará la solución en el lenguaje definido y se probarán diferentes criterios de diseño y se presentarán todas las versiones de los archivos de código fuente. El diseño debe constar como mínimo de funciones y procedimientos que permitan definirlo como de arquitectura modular.
- La aplicación resultante deberá poderse ejecutar en un ambiente de Windows o de Linux sin errores sintácticos ni lógicos.
- Se documentará la presentación mediante una monografía sobre el tema, los documentos del modelo de conocimiento, los criterios adoptados al respecto del diseño, como estructuras de datos, eficiencia algorítmica, interfaces con el usuario, etc.
- Constará de un manual de usuario o ayuda en línea.
- Los grupos estarán constituidos por 4 alumnos como máximo.
- La presentación se realizará durante las clases de laboratorio correspondientes al último mes de clase.
- La calificación será de 0 a 10 y el peso relativo del 20% del total.

DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	26
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	26
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	0
○ PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	72

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD		HORAS
PREPARACION TEÓRICA		21
PREPARACION PRACTICA		
	○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	0
	○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	0
	○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	31
	○ PROYECTO Y DISEÑO	20
	TOTAL DE LA CARGA HORARIA	72

6. BIBLIOGRAFIA**Básica**

- [1] Giarratano, J. y Riley, G. (2001): Sistemas Expertos. Principios y Programación (3da. edición) International Thomson Editores, México.
- [2] Pajarez Martínez, G. y Santos Peña, M (2006): Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento. Alfaomega, Ra-Ma
- [3] Orchard, R. A. (1998): *Fuzzy CLIPS, Version 6.04 A: User Guide*. Institute for Information Technology . National Research Council of Canada.
- [4] Britos, P y otros. (2005): Minería de datos basada en Sistemas Inteligentes. Nueva librería.

Recomendada

- [5] Riley. G (2005): CLIPS: *Reference Manual* 6.23. Vol I, II y III. Software Technology Branch, NASA.
- [6] Alonso Betanzos, A y otros. (2004): Ingeniería del Conocimiento. Aspectos Metodológicos. Pearson. Prentice Hall.
- [7] García Martínez, R y Britos, P. V. (2004): Ingeniería de Sistemas Expertos. Nueva Librería.
- [8] Russell, S. y Norvig, P. (2004): Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno. (2da. edición). Pearson. Prentice Hall.
- [9] Schreiber, G. y otros. (2000); Knowledge Engineering and Management. Massachusetts Institute of Technology.
- [10] García Martínez, R y otros (2003): Sistemas Inteligentes. Nueva Librería.

7. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

- CLIPS: A Tool for Building Expert Systems: <http://www.ghg.net/clips/CLIPS.html>
- CommonKADS: <http://www.commonkads.uva.nl/>
Modeldraw: <http://www.commonkads.uva.nl/INFO/tools/modeldraw.exe>
UML Draw Source: <http://www.commonkads.uva.nl/INFO/tools/umldraw-0.91.tar.gz>
KADS22, CML2: <http://hcs.science.uva.nl/projects/kads22/index.html>

- PC-PACK: <http://www.commonkads.uva.nl/frameset-knowsystem.html>
- The Protege Ontology editor: <http://protege.stanford.edu/>
- Protege Web Ontology Language (OWL): <http://protege.stanford.edu/overview/protege-owl.html>
- Prolog: <http://www.commonkads.uva.nl/INFO/tools/ck-prolog.zip>
- AION 8: <http://www.commonkads.uva.nl/INFO/tools/ck-aion.zip>
- SWI-Prolog: <http://www.swi-prolog.org/>
- KSM: <http://www.isys.dia.fi.upm.es/ksm/>
- Ctree: <http://www.geocities.com/adotsaha/CTree/CtreeinExcel.html>
- NNClust: <http://www.geocities.com/adotsaha/CTree/CtreeinExcel.html>
- SGA-C 2.0: <http://skynet.ee.ic.ac.uk/software/ng/sga-c20.zip>