



# LENGUAJES FORMALES, AUTÓMATAS Y COMPUTABILIDAD

## Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	LENGUAJES FORMALES, AUTÓMATAS Y COMPUTABILIDAD
<b>Materia</b>	INTELIGENCIA ARTIFICIAL
<b>Departamento responsable</b>	INTELIGENCIA ARTIFICIAL
<b>Créditos ECTS</b>	6
<b>Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Titulación</b>	GRADO EN MATEMATICAS E INFORMÁTICA
<b>Curso</b>	3º SEMESTRE
<b>Especialidad</b>	No aplica

<b>Curso académico</b>	2011-2012
<b>Semestre en que se imparte</b>	Ambos (Septiembre a enero y febrero a junio)
<b>Semestre principal</b>	Septiembre a enero
<b>Idioma en que se imparte</b>	ESPAÑOL
<b>Página Web</b>	<a href="http://www.dia.fi.upm.es/asignaturas/lenfor/doku.php">http://www.dia.fi.upm.es/asignaturas/lenfor/doku.php</a>



## 2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
José María Barreiro Sorrivias (Coordinador)	2108	<a href="mailto:jmbarreiro@fi.upm.es">jmbarreiro@fi.upm.es</a>
Juan B. Castellanos Peñuela	2210	<a href="mailto:jcastellanos@fi.upm.es">jcastellanos@fi.upm.es</a>
Julio García del Real Ruizdelgado	2204	<a href="mailto:juliogarcia@fi.upm.es">juliogarcia@fi.upm.es</a>
Rafael Gonzalo Molina	2103	<a href="mailto:rgonzalo@fi.upm.es">rgonzalo@fi.upm.es</a>
Alfonso Rodríguez-Patón Aradas	2106	<a href="mailto:arpaton@fi.upm.es">arpaton@fi.upm.es</a>

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	MATEMATICA DISCRETA
	MATEMATICA DISCRETA II
	LÓGICA
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	



## 4. Objetivos de Aprendizaje

<b>COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Competencia</b>	<b>Nivel</b>
<b>CE-07</b>	Conocer os cimientos esenciales y fundacionales de la informática, subrayando los aspectos esenciales de la disciplina que permanecen inalterables ante el cambio tecnológico.	3
<b>CE-08</b>	Formalización y la especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática	1
<b>CE-09</b>	Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes y de describir una solución de forma abstracta	3
<b>CE-11</b>	Comprender intelectualmente el papel central que tienen los algoritmos y las estructuras de datos, así como una apreciación del mismo;	3
<b>CE-27</b>	Conocer la influencia, uso y aplicación de los fundamentos matemáticos utilizados en la especificación y construcción de programas en lenguajes de alto nivel (funcionales) y analizar y desarrollar programas en lenguajes de alto nivel donde se realizan los conceptos de los fundamentos lógicos y algebraicos de la informática.	3
<b>CE-43</b>	Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento  
Nivel de adquisición 2: Comprensión  
Nivel de adquisición 3: Análisis  
Nivel de adquisición 4: Síntesis



<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>			
<b>Código</b>	<b>Resultado de aprendizaje</b>	<b>Competencias asociadas</b>	<b>Nivel de adquisición</b>
RA1	Modelar mediante procedimientos finitos conjuntos y lenguajes infinitos	CE-07, CE-08, CE-11, CE-43	2,3
RA2	Adquirir destreza en la aplicación de los diferentes métodos de demostración	CE-07, CE-08, CE-11, CE-43	2,3
RA3	Distinguir y reconocer las distintas clases de lenguajes y sus autómatas asociados según la jerarquía de Chomsky	CE-07, CE-08, CE-11, CE-43	2,3
RA4	Conocer modelos de cómputo universales así como los límites de lo que puede o no ser computado mediante un algoritmo	CE-07, CE-08, CE-09, CE-11, CE-27, CE-43	2,3



## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Conocimiento de los lenguajes formales: Operar con palabras y lenguajes. Uso de expresiones regulares.	RA1, RA2, RA3
I2	Conocimiento de las gramáticas formales. Diseñar e identificar gramáticas tipo 0.	RA1, RA2, RA3
I3	Diseñar e identificar gramáticas tipo 2 y 3.	RA1, RA2, RA3
I4	Diseñar máquinas secuenciales	RA1, RA2, RA3
I5	Diseñar autómatas finitos	RA1, RA2, RA3
I6	Minimizar autómatas finitos. Demostración de equivalencia de autómatas	RA1, RA2, RA3
I7	Conocimiento de relaciones entre lenguajes, expresiones y autómatas finitos. Construir gramáticas lineales.	RA1, RA2, RA3
I8	Conocer y aplicar los algoritmos de análisis y ecuaciones características. Derivar gramáticas de expresiones regulares	RA1, RA2, RA3
I9	Conocimiento de propiedades de Lenguajes Regulares. Cierre y problemas de decisión	RA1, RA2, RA3
I10	Determinar la ambigüedad de gramáticas y lenguajes regulares.	RA1, RA2, RA3
I11	Conocimiento del funcionamiento y estructura de los autómatas a Pila. Conocer y aplicar los algoritmos de equivalencia de aceptación de lenguajes.	RA1, RA2, RA3
I12	Conocer y aplicar los algoritmos de equivalencia de aceptación de lenguajes entre AP y una G2.	RA1, RA2, RA3
I13	Diseñar Máquina de Turing	RA3, RA4
I14	Diseñar Máquina de Turing Universal.	RA3, RA4
I15	Conocimiento de qué es un problema indecidible, demostración y ejemplos.	RA2, RA3, RA4
I16	Resolver ejercicios y problemas	RA1, RA2, RA3, RA4



## EVALUACION SUMATIVA

Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Evaluación 1ª (EVAL1). Contenido de Temas 1, 2 y 3.	6ª Semana	Aula designada por JE	1/3
Evaluación 2ª (EVAL2). Contenido de Temas 4, 5 y 6.	11ª Semana	Aula designada por JE	1/3
Evaluación 3ª (EVAL3). Contenido de Temas 7 y 8.	16ª Semana	Aula designada por JE	1/3
<b>EXAMEN FINAL</b> Repetición de la 1ª evaluación (UD1-UD2-UD3) Repetición de la 2ª evaluación (UD4-UD5-UD6) Repetición de la 3ª evaluación (UD7-UD8)	Calendario oficial de exámenes	Aula designada por JE	1/3, 2/3 o 3/3
			<b>Total: 100%</b>

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Se describen a continuación los criterios de evaluación para los sistemas de evaluación considerados en la asignatura. El Sistema de evaluación continua será el que se aplicará con carácter general a todos los estudiantes que cursen la asignatura. La guía de aprendizaje se centra por tanto en este sistema y detalla sus actividades de evaluación en los apartados "Evaluación sumativa" y "Cronograma de la asignatura". Las actividades de evaluación del "Sistema de evaluación mediante sólo prueba final" y del periodo extraordinario no forman parte de esos apartados y se describen exclusivamente en este apartado de "Criterios de Evaluación", si bien se puede exigir al alumno la asistencia a aquellas actividades de evaluación que estando distribuidas a lo largo del curso estén relacionadas con la evaluación de resultados de aprendizaje de difícil calificación en una prueba final.

### Sistema general de evaluación continua

#### Forma de Evaluación

Se realizarán varias pruebas a lo largo del semestre siendo necesaria la asistencia a clase, para el seguimiento del progreso del alumno. Para evaluar la habilidad adquirida por los alumnos en los conceptos manejados en clase, se realizarán un total de tres pruebas (liberatorias) en horario de clase sobre los contenidos de los temas ya explicados.

- Evaluación 1ª (EVAL1). Contenidos de UD1, UD2 y UD3.
- Evaluación 2ª (EVAL2). Contenidos de UD4, UD5 y UD6.
- Evaluación 3ª (EVAL3). Contenidos de UD7 y UD8.

En cada una estas pruebas se evaluará, mediante examen, la habilidad para la resolución de problemas o cuestiones teóricas sobre conceptos adquiridos por los alumnos en la materia.

Las pruebas parciales serán liberatorias, siempre y cuando, se obtenga una calificación igual o superior a 4 puntos. Si se obtiene una calificación inferior, será obligatorio repetir la evaluación de dicho parcial en el examen final.



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

### Examen final

Para aprobar la asignatura los alumnos deben superar las 3 evaluaciones parciales (EVAL1, EVAL2 y EVAL3). Se deberán presentar a examen final:

- Los alumnos que no hayan superado pruebas parciales a lo largo del curso.
- Los alumnos que no se hayan presentado o no hayan superado ningún parcial.
- Los alumnos que quieran mejorar su calificación en alguna evaluación.

El examen final consistirá de 3 partes:

- Repetición de la 1ª evaluación (UD1-UD2-UD3)
- Repetición de la 2ª evaluación (UD4-UD5-UD6)
- Repetición de la 3ª evaluación (UD7-UD8)

Los alumnos, por tanto, tendrán que evaluarse en el Examen Final de aquellas partes que no hayan superado mediante los exámenes o evaluaciones parciales

### Calificación

Cada evaluación parcial se puntuará entre cero y diez puntos (0-10) y supondrá un tercio (1/3) de la nota final. La asignatura se aprobará obteniendo:

- al menos 4 puntos en cada una de las 3 evaluaciones parciales y
- 15 o más puntos en total sumando las calificaciones de los 3 parciales (o sus correspondientes repeticiones si las hubiere en el examen final).

### Baremo de las calificaciones:

- Entre 15 y 20 puntos: Aprobado.
- Entre 21 y 26 puntos: Notable.
- Entre 27 y 29 puntos: Sobresaliente.
- 30 puntos: Matrícula de Honor.

### Sistema de evaluación mediante sólo prueba final

En la convocatoria ordinaria, la elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación mediante sólo prueba final corresponde al estudiante. Quien desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá **OBLIGATORIAMENTE** comunicarlo **DURANTE LOS 15 PRIMEROS DÍAS** a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura (2 de septiembre), mediante escrito dirigido al Sr. Jefe de Estudios que entregará dentro del plazo establecido y a través del Registro de la Secretaría de Alumnos.

En dicho escrito deberá constar:



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

D. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ y nº de matrícula \_\_\_\_\_

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por las siguientes asignaturas:

- Asignatura \_\_\_\_\_ titulación \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_

- .....

Firmado:

Esta solicitud sólo se considerará a los efectos del semestre en curso. En posteriores semestres deberá necesariamente ser cursada de nuevo.

No obstante lo anterior, cuando exista causa sobrevenida y de fuerza mayor que justifique el cambio del proceso de evaluación, el estudiante que haya optado (por omisión) por el sistema de evaluación continua podrá solicitar al Tribunal de la Asignatura ser admitido en los exámenes y actividades de evaluación que configuran el sistema de evaluación mediante sólo prueba final. El tribunal de la asignatura, una vez analizadas las circunstancias que se hagan constar en la solicitud, dará respuesta al estudiante con la mayor antelación a la celebración del examen final que sea posible.

En este sistema de evaluación mediante PRUEBA FINAL, los alumnos realizarán una única prueba o examen de todos los contenidos de las unidades didácticas que componen la asignatura (UD1-UD2-UD3-UD4-UD5-UD6-UD7-UD8). Dicha prueba se realizara en fecha y hora señaladas en el calendario oficial de exámenes.

### **Evaluación en el periodo extraordinario**

En esta EVALUACIÓN EN PERIODO EXTRAORDINARIO, los alumnos realizarán un único examen de todos los contenidos de las unidades didácticas que componen la asignatura (UD1-UD2-UD3-UD4-UD5-UD6-UD7-UD8). Dicha prueba se realizara en fecha y hora señaladas en el calendario oficial de exámenes.



<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS</b>		
<b>Bloque / Tema / Capítulo</b>	<b>Apartado</b>	<b>Indicadores Relacionados</b>
Tema 1: Lenguajes formales:	1.1 Alfabetos. Palabra.	11
	1.2 Operaciones con palabras.	
	1.3 Definición formal de lenguaje.	
	1.4 Operaciones con lenguajes.	
	1.5 Expresiones regulares.	
Tema 2: Gramáticas formales	2.1 Definición.	12 13
	2.2 Tipos de gramáticas.	
	2.3 Gramáticas tipo 0.	
	2.4 Gramáticas independientes del contexto.	
	2.5 Gramáticas regulares.	
Tema 3: Máquinas secuenciales	3.1 Definición.	14
	3.2 Función respuesta.	
Tema 4: Autómatas finitos (AF)	4.1 Definición	15 16
	4.2 Ejemplos	
	4.3 Autómatas conexos.	
	4.4 Minimización de AF.	
	4.5 Autómatas finito no deterministas.(AFND)	
Tema 5: Lenguajes Regulares y Autómatas	5.1 Relaciones entre Lenguajes regulares, Expresiones regulares, Autómatas finitos AF y Gramáticas lineales.	17 18
	5.2 Teorema de síntesis.	
	5.3 Teorema de análisis.	
	5.4 Ecuaciones características	
	5.5 Derivadas de expresiones regulares	
Tema 6: Propiedades de los Lenguajes Regulares	6.1 Propiedades de cierre.	19 110
	6.2 Problemas de decisión	
	6.3 Ambigüedad lenguajes regulares.	
	6.4 Combinación autómatas regulares.	
Tema 7: Autómatas a Pila (AP)	7.1 Definición funcionamiento, configuraciones y lenguajes aceptados.	111 112
	7.2 Autómata a Pila Determinista.	
	7.3 Equivalencia de aceptación de lenguajes por vaciado y por estados finales	
	7.4 Lenguajes aceptados por AP y lenguajes generados por una G2: Equivalencia.	

Tema 8: Computabilidad	8.1 Máquina de Turing. Definición y ejemplos de diseño	113 114 115
	8.2 Máquina de Turing Universal. Definición y funcionamiento.	
	8.3 Lenguajes y problemas indecidibles: El problema de la parada	
Tema 9: Ejercicios y problemas	9.1 Resolución de ejercicios y problemas	116

## 6. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza

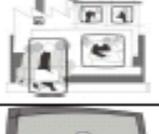
MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	Hablar a los estudiantes
	Seminarios-Talleres	Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes
	Clases Prácticas	Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar
	Prácticas Externas	Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional
	Tutorías	Atención personalizada a los estudiantes
	Trabajo en grupo	Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos
	Trabajo autónomo	Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje

Tabla 5. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un periodo determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.



<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS</b>	
<b>CLASES DE TEORIA</b>	Lección magistral
<b>CLASES DE PROBLEMAS</b>	Resolución de ejercicios y problemas
<b>PRÁCTICAS</b>	...
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	...
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	...
<b>TUTORÍAS</b>	Atención personalizada al estudiante

## 7. Recursos didácticos

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	LENGUAJES, GRAMATICAS Y AUTOMATAS. Un enfoque Práctico. P. Isasi., P. Martínez, D. Borrajo. Addison-Wesley, 1997.
	INTRODUCTION TO AUTOMATA THEORY, LANGUAGES AND COMPUTATION. J.E. Hopcroft, J.D. Ullman. Editorial Addison-Wesley 1979.
	INTRODUCTION TO THE THEORY OF COMPUTATION. Michael Sipser. Ed. Thomson 2006
<b>RECURSOS WEB</b>	Página web de la asignatura ( <a href="http://www.dia.fi.upm.es/asignaturas/lenfor/doku.php">http://www.dia.fi.upm.es/asignaturas/lenfor/doku.php</a> )
	Sitio Moodle de la asignatura ( <a href="http://">http://</a> )
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Laboratorio
	Aula
	Sala de trabajo en grupo



### 8. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1	Tema 1 (3 horas)		6 horas			
Semana 2	Tema 1 (3 horas)		6 horas			Tutoría (1 hora)
Semana 3	Tema 2 (3 horas)		6 horas	1 hora		
Semana 4	Tema 2 (3 horas)		6 horas			Tutoría (1 hora)
Semana 5	Tema 3 (3 horas)		6 horas	1 hora		Tutoría (1 hora)
Semana 6	Tema 4 (3 horas)		6 horas		Examen EVAL1 (1 hora)	
Semana 7	Tema 4 (3 horas)		6 horas	1 hora		Tutoría (1 hora)
Semana 8	Tema 5 (3 horas)		6 horas			
Semana 9	Tema 5 (3 horas)		6 horas	1 hora		Tutoría (1 hora)
Semana 10	Tema 6 (3 horas)		6 horas			Tutoría (1 hora)
Semana 11	Tema 7 (3 horas)		6 horas	1 hora	Examen EVAL2 (1 hora)	
Semana 12	Tema 7 (3 horas)		6 horas			Tutoría (1 hora)
Semana 13	Tema 8 (3 horas)		6 horas	1 hora		
Semana 14	Tema 8 (3 horas)		6 horas			Tutoría (1 hora)
Semana 15	Tema 8 (3 horas)		6 horas	1 hora		
Semana 16	Tema 9 (3 horas)		6 horas		Examen EVAL3 (1 hora)	
<b>TOTAL 162</b>	<b>48 horas</b>		<b>96 horas</b>	<b>7 horas</b>	<b>3 horas</b>	<b>8 horas</b>

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid