



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

105000439 - El Arte De Programar

### PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingenieria Informatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105000439 - El Arte de Programar
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	10II - Grado en Ingeniería Informatica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Lars-ake Fredlund	D2309	larsake.fredlund@upm.es	L - 10:00 - 13:00 J - 10:00 - 13:00 Se recomienda solicitar cita por correo electrónico al menos con 24 horas de antelación

Julio Mariño Carballo	D2308	julio.marino@upm.es	M - 15:00 - 17:00 X - 10:00 - 12:00 X - 15:00 - 17:00 Se recomienda solicitar cita por correo electrónico al menos con 24 horas de antelación
Clara Benac Earle	D2302	clara.benac@upm.es	M - 10:00 - 12:00 J - 12:00 - 14:00 V - 12:00 - 14:00 Se recomienda solicitar cita por correo electrónico al menos con 24 horas de antelación
Santiago Tapia Fernandez (Coordinador/a)	D2307	santiago.tapia@upm.es	M - 10:00 - 13:00 X - 10:00 - 13:00 Los alumnos deben contactar para las tutorías a través de TEAMS.

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Programación II
- Algoritmos Y Estructura De Datos
- Programación I

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informática no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG-1/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG-2/CE45 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.

CG-3/4 - Saber trabajar en situaciones carentes de información y bajo presión, teniendo nuevas ideas, siendo creativo.

CG-6 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

CG-7:10/16/17 - Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica

Ce 19/20 - Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA278 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica mas apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se compone de:

1. Una parte teórica, impartida mediante clases tipo lección magistral donde se explicarán complejidad, tratabilidad y distintas técnicas algorítmicas. Algunos ejemplos de estas técnicas son: divide y vencerás, programación dinámica, búsquedas heurísticas, etc.
2. Una parte práctica, impartida mediante clases prácticas con ordenador. Estas prácticas se van a orientar a la resolución de problemas tipo concurso de programación, en cada una de las clases de propondrán 2 ó 3 problemas a realizar en equipo entre los alumnos presentes. Se orientará a los alumnos tanto en general, por ejemplo: formas de trabajar con la entrada y salida de datos, depuración de errores, realización de pruebas, etc. como en particular sobre aspectos concretos de cada problema. Según avance el curso para la resolución de algunos problemas será necesario utilizar las técnicas algorítmicas vistas en la parte teórica.

El enfoque orientado a la resolución de problemas permite mejorar significativamente las habilidades relacionadas con el desarrollo de programas, desde el análisis y planteamiento del problema hasta la implementación y la eventual depuración de errores. Así mismo, permite aplicar los conocimientos teóricos, la resolución de algunos problemas se basa en la aplicación de los algoritmos vistos en la parte teórica. En las primeras clases prácticas los equipos serán aleatorios y, solo al final de la asignatura, los alumnos pondrán escoger a sus compañeros. Esta forma de asignación de equipos permite mejorar competencias de trabajo en equipo y, en cierta manera, aumentar las habilidades relacionadas con el desarrollo de programas porque los alumnos también aprenden unos de otros.

No hay un lenguaje de programación concreto como requisito en la asignatura. Aunque los aspectos teóricos y prácticos, en general, se explicarán en Java, los alumnos podrán elegir hacer los problemas en: Java, C++, C o Python. En este sentido, la asignatura puede ser una buena ocasión para aprender otro lenguaje o profundizar en cualquiera de ellos.

El temario propuesto **no** es un calendario. La impartición de los temas se ajusta cada curso atendiendo a criterios académicos.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Entorno de trabajo
3. Complejidad, tratabilidad y eficiencia
4. Estructuras de datos
5. Árboles y Grafos
6. Tratamiento de cadenas alfanuméricas (Strings)
7. Búsqueda combinatoria. Backtracking
8. Búsquedas heurísticas
9. Divide y vencerás
10. Algoritmos voraces
11. Programación dinámica

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio  <b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			



7	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
11	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
12	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
13	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>

14	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
15	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
16	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			<p><b>Ejercicios</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
17				<p><b>Examen Práctico</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 04:00</p> <p><b>Examen Práctico</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Test teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:30</p>

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
10	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
11	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
12	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
13	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
14	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
15	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20

16	Ejercicios	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	3%	0 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
17	Examen Práctico	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	46%	4 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-3/4 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
17	Test teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	30%	5 / 10	CG-2/CE45 CG-3/4 CG-6 Ce 19/20

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Práctico	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	70%	5 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-3/4 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
17	Test teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	30%	5 / 10	CG-2/CE45 CG-3/4 CG-6 Ce 19/20

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Práctico	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CG-1/21 CG-2/CE45 CG-3/4 CG-6 CG-7:10/16/17 Ce 19/20
Test Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	30%	4 / 10	CG-2/CE45 CG-3/4 CG-6 Ce 19/20

## 7.2. Criterios de evaluación

### Ejercicios - EP: Técnica del tipo de Examen de Prácticas.

Todas las evaluaciones indicadas en esta guía y que se corresponden con la denominación "Ejercicios EP: Técnica del tipo de Examen de Prácticas" van a consistir en **resolver problemas** prácticos en **horario de clase**, **presencialmente** y en **equipo**. No se pueden hacer en remoto ni en otro horario.

La **puntuación** de estas pruebas se asignará con un baremos tipo **concurso** donde se puntuará por problemas resueltos, por la rapidez en encontrar la solución o por la eficiencia de la misma. A efectos de la asignatura y vamos llamar a estas pruebas *concursos*. Los **concursos no se pueden repetir**, pero *sí recuperar*. La **recuperación** de los *concursos* será **en el examen práctico** de evaluación global. Dado que el examen práctico tendrá exactamente la misma mecánica que los concursos, la participación en los concursos es la mejor garantía de una correcta preparación del examen.

Para fomentar que los alumnos participen en la concursos y por tanto sean evaluados mediante evaluación progresiva, se van a utilizar las **4 mejores notas entre las 8 posibles**. Esto significa que ausencias puntuales a los *concursos* no van a tener ningún impacto en el seguimiento de la asignatura o en la nota de evaluación progresiva. Las fechas concretas de estas pruebas se anunciarán al principio del curso atendiendo a las particularidades del calendario y a la coordinación con el resto de asignaturas, pero, en principio, se van a programar para **todas las semanas** a partir de la **semanas 8 ó 9** del cuatrimestre (aproximadamente mediados o finales de octubre).

### Evaluación Progresiva

Para calcular la nota por evaluación progresiva (NP) se usa la siguiente función en pseudocódigo:

FUNCTION CalcularNotaProgresiva(NCON, NEP, NTT): NP

INPUT:

- i) Un array, NCON[8], con las notas de la evaluación "EP: Técnica del tipo de Examen de Prácticas".
- ii) Un número, NEP, con la nota del examen práctico.
- iii) Un número, NTT, con la nota del test de teoría.

OUTPUT: La nota de evaluación progresiva  
BEGIN  
if NEP menor que 5 return NEP  
if NTT menor que 4 return NTT  
OrdenarDescendente(NCON)  
SumPR := Sumatorio(NCON[i]) de i = 0 hasta i = 3  
return 0.24\*SumPR + 0.46\*NEP + 0.3\*NTT  
END

### **Evaluación global**

Para calcular la nota por evaluación global (NG) se usa la siguiente función en pseudocódigo:

FUNCTION CalcularNotaGlobal(NEP, NTT) : NG  
INPUT:  
i) Un número, NEP, con la nota del examen práctico.  
ii) Un número, NTT, con la nota del test de teoría.  
OUTPUT: La nota de evaluación global  
BEGIN  
if NEP menor que 5 return NEP  
if NTT menor que 4 return NTT  
return 0.7\*NEP + 0.3\*NTT  
END

### **Nota de Actas**

La nota final (en actas) será la nota mejor entre la nota por evaluación progresiva (NP) y la nota por evaluación global (NG). Para aprobar la asignatura la nota final tiene que ser de un mínimo de 5.

### **Convocatoria extraordinaria**

Los criterios de evaluación en la convocatoria extraordinaria son los mismos que para la evaluación ordinaria.

Se guardan las notas de NCON, NEP y NTT. En la convocatoria extraordinaria, los alumnos pueden presentarse únicamente a los exámenes. Como se ha indicado anteriormente los *concursos* no se pueden repetir.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
The Algorithm Design Manual	Bibliografía	Steven S. Skiena. The Algorithm Design Manual. Springer, London, 2008.
Programming Challenges: The Programming Contest Training Manual	Bibliografía	Steven S. Skiena and Miguel Revilla. Programming Challenges: The Programming Contest Training Manual. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2003.
The Art of Computer Programming, Volume 3: (2nd Ed.) Sorting and Searching.	Bibliografía	Donald E. Knuth. The Art of Computer Programming, Volume 3: (2nd Ed.) Sorting and Searching. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., USA, 1998.
The Art of Computer Programming: Combinatorial Algorithms, Part 1.	Bibliografía	Donald E. Knuth. The Art of Computer Programming: Combinatorial Algorithms, Part 1. Addison-Wesley Professional, 2011.
Guide to Competitive Programming: Learning and Improving Algorithms Through Contests.	Bibliografía	Antti Laaksonen. Guide to Competitive Programming: Learning and Improving Algorithms Through Contests. SDpringer Verlag, 2017.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS4.