



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informaticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105000088 - Computabilidad: fundamentos y aplicaciones

PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingenieria Informatica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados..... | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 3 |
| 6. Cronograma..... | 7 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 10 |
| 8. Recursos didácticos..... | 12 |
| 9. Otra información..... | 13 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|------------------------------------|--|
| Nombre de la asignatura | 105000088 - Computabilidad: fundamentos y aplicaciones |
| No de créditos | 3 ECTS |
| Carácter | Optativa |
| Curso | Cuarto curso |
| Semestre | Octavo semestre |
| Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 10II - Grado en ingeniería informatica |
| Centro en el que se imparte | 10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos |
| Curso académico | 2018-19 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|--------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Josefa Zuleide Hernandez Diego | 2205 | josefaz.hernandez@upm.es | Sin horario. |
| Damiano Zanardini (Coordinador/a) | 2205 | damiano.zanardini@upm.es | Sin horario. |

* 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

- Programacion II
- Programacion declarativa: logica y restricciones
- Logica
- Matematica discreta I
- Algebra lineal
- Programacion I
- Lenguajes formales, automatas y computabilidad

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Paradigmas de programación: imperativo, funcional

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-6 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

Ce 13/18 - Comprender lo que pueden y no pueden conseguir las tecnologías actuales, y las limitaciones de la informática, que implica distinguir entre lo que, inherentemente, la informática no es capaz de hacer y lo que puede lograrse a través de la ciencia y la tecnología futuras.

Ce 17 - Conocer los temas informáticos avanzados de modo que permita a los alumnos vislumbrar y entender las fronteras de la disciplina, por medio de la inclusión de experiencias de aprendizaje que dirigen a los alumnos

desde los temas elementales a los temas avanzados o los temas de los que se nutren los novísimos desarrollos.

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

RA520 - Conocer los principios fundamentales de la verificación de programas en relación con la Teoría de la Computabilidad

RA387 - Conocer cómo los límites de la computación afectan a la práctica de la Informática

RA388 - Comparar algunos aspectos relevantes de la computación automática con las características más algorítmicas del pensamiento humano

RA385 - Aprender los orígenes de la historia de la Informática

RA384 - Estudiar potencialidad y límites teóricos de la computación

RA386 - Conocer y aplicar diversos formalismos para la computación y sus relaciones

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Supongamos que Alice y Bob estén implementando un sistema informático. Alice se encuentra con un fragmento de código P que quiere reutilizar, pero no está segura de lo que el código hace. Por esto pide a Bob que le diga lo que P calcula (Nota: este programa está escrito en el lenguaje usado por el analizador Interproc; se trata de una lenguaje muy sencillo que cualquier informático con conocimientos de algún lenguaje imperativo puede entender fácilmente):

RUTINA:

```
proc p(a:int) returns (b:int)  
begin
```

```
___ b = a*2;  
end
```

PROGRAMA PRINCIPAL:

```
var x:int, y:int;  
begin  
___ x = 20;  
___ y = p(x);  
end
```

Es muy fácil entender el resultado del cálculo de P, así que Bob puede contestar a la pregunta en pocos segundos y sin ningún impedimento.

Ahora supongamos que Alice encuentra otro fragmento de código, Q, y, otra vez, quiere usarlo en su sistema. Para ello, pide a Bob que eche un vistazo a Q y le diga lo que calcula (Nota: para los que tengan dudas, "/" es la división entera y "%" es el resto):

RUTINA:

```
proc p(a:int) returns (b:int)  
var c1:int, c2:int, c3:int;  
begin  
___ c1 = a / 3;  
___ c2 = a % 3 - 1;  
___ b = c2;  
___ c3 = c1;  
___ while (c3>0) do  
___ b = b + c3 % 3 + 2;  
___ c3 = c3 - 1;  
___ done;  
___ if (c2 > 1) then b = b + 2;  
___ else b = b + c2 + 1;
```

```
____ endif;  
____ b = b + c1 * 3;  
____ if (c1 % 3 == 2) then b = b + c3;  
____ else b = b + 1;  
____ endif;  
end
```

PROGRAMA PRINCIPAL:

```
var x:int, y:int;  
begin  
____ x = 20;  
____ y = p(x);  
end
```

Es evidente que entender lo que hace Q es mucho más difícil, así que Bob tarda un buen rato para contestar. Sin embargo, el resultado final es que... ¡P y Q calculan exactamente lo mismo!

En general, Bob podrá con cualquier fragmento de código, y encontrará una respuesta para todas las preguntas que Alice le pueda poner. Lo malo es que podría tardar muchísimo (no sería muy difícil producir programas mucho más largos y complejos que sigan calculando la misma función). Por esto los informáticos intentan desarrollar unos programas, que llamaremos analizadores, que realicen el trabajo de Bob tardando mucho menos y con un mayor nivel de fiabilidad.

Lo que pasa es que ni siquiera el analizador más potente podrá contestar a todas las preguntas de Alice: siempre habrá un programa para el que no sabrá dar una respuesta (en este caso, que el valor final de "y" es 40).

En este curso vamos a entender por qué pasa esto.

5.2. Temario de la asignatura

1. Formalismos de computación
 - 1.1. Máquinas de Turing.
 - 1.2. (optativo) Funciones Primitivas Recursivas y mu-Recursivas.
 - 1.3. Lenguajes for y while.
2. Tesis de Church y problemas indecidibles
 - 2.1. Equivalencia entre formalismos; Turing-equivalencia.
 - 2.2. Tesis de Church.
 - 2.3. Cardinalidad de conjuntos, aplicada a conjuntos infinitos; consecuencias para la existencia de problemas no calculables
 - 2.4. Problema de la parada; problemas indecidibles; lenguajes recursivos y recursivamente enumerables.
 - 2.5. Comparación entre problemas; reducción; Teorema de Rice
3. Consecuencias teóricas y prácticas
 - 3.1. Ideas y ejemplos de Análisis de Programas en lenguajes de programación imperativos
 - 3.2. La teoría de la Computabilidad en las tareas de Análisis de Programas. Implicaciones del Teorema de Rice. Falsos positivos y falsos negativos
 - 3.3. Aspectos filosóficos de la Teoría de la Computabilidad. Teoremas de Gödel. Planteamiento de Lucas y Penrose con respecto al problema mente-máquina.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad presencial en aula | Actividad presencial en laboratorio | Otra actividad presencial | Actividades de evaluación |
|-----|--|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 1.1 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 1.1 Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 2 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 1.1 Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 1.1 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 3 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 1.2 Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 1.2 Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 4 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 1.2 Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 1.2 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 5 | <p>Explicación de contenidos de las unidades 1.3 y 2.1 Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre las unidades 1.3 y 2.1 Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 6 | <p>Explicación de contenidos de las unidades 2.1 y 2.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre las unidades 2.1 y 2.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 7 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 2.3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 2.3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 8 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 2.3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 2.3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 9 | <p>Explicación de contenidos de las unidades 2.3 (1h) y 2.4 (1h) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | |
| 10 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 2.4 Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 2.4 y anteriores Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 11 | <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 2.4 y anteriores Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | <p>Primera prueba parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p> |
| 12 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 3.1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 3.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 13 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 3.1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 3.1 Duración: 01:00</p> | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| | PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | | | |
| 14 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 3.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de ejercicios sobre la unidad 3.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | | | |
| 15 | <p>Explicación de contenidos de la unidad 3.3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> | | | <p>Segunda prueba parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p> <p>Prácticas semanales a realizar individualmente o breves presentaciones realizadas por los alumnos a lo largo de todo el semestre. PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 00:30</p> |
| 16 | | | | <p>Examen final o repesca EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p> |
| 17 | | | | |

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|---|--|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 11 | Primera prueba parcial | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 50% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-6 Ce 13/18 Ce 17 Ce 19/20 |
| 15 | Segunda prueba parcial | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 50% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-6 Ce 13/18 Ce 17 Ce 19/20 |
| 15 | Prácticas semanales a realizar individualmente o breves presentaciones realizadas por los alumnos a lo largo de todo el semestre. | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 00:30 | 30% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 Ce 13/18 Ce 17 Ce 19/20 |

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|------------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 16 | Examen final o repesca | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 100% | 0 / 10 | CG-1/21 CG-2/CE45 CG-6 Ce 13/18 Ce 17 Ce 19/20 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Modalidad de Evaluación Continua

En caso de haber elegido la modalidad de Evaluación Continua, la calificación final es la media ponderada de las obtenidas en cada uno de las actividades de evaluación especificadas como Evaluación Sumativa en la tabla. La asignatura se supera sólo si el resultado de esta media ponderada es mayor o igual a 5 sobre 10. La tercera actividad de evaluación ("Prácticas semanales...") está asociada a la semana 15, pero en realidad se desarrolla a lo largo de todo el curso; se trata de prácticas en forma de ejercicios a desarrollar semanalmente. La corrección de la prácticas será, total o parcialmente, por parte de los compañeros (evaluación por pares). Esta actividad de evaluación puede consistir también en la presentación en clase por parte del alumno de contenidos relevantes para la asignatura. La suma de los pesos de las actividades es 130%, pero no se trata de un error: estos números están pensados para fomentar que el alumno realice las prácticas semanales o haga presentaciones en clase y, con esto pueda compensar unos resultados poco satisfactorios en las pruebas parciales; en ningún la calificación final será más de 10.

Los alumnos que no alcancen la nota global de 5 sobre 10 podrán presentarse a la Convocatoria Extraordinaria para ser evaluados nuevamente sobre el contenido de toda la asignatura.

Modalidad de Examen Final

El alumno que elija la modalidad de Examen Final realizará el examen final en la Convocatoria Ordinaria de junio, en el día fijado por Jefatura de Estudios, sobre el contenido de toda la asignatura. Dicho examen contendrá ejercicios de respuesta larga (desarrollo) y respuesta breve, y tendrá una duración de 2 horas. El alumno que obtenga en la calificación de dicho examen una nota superior o igual a 5 habrá superado la asignatura con la nota obtenida. En caso contrario, su calificación será de suspenso y podrá presentarse a la Convocatoria Extraordinaria para ser evaluado nuevamente sobre el contenido de toda la asignatura.

Convocatoria Extraordinaria

La calificación del alumno en la Convocatoria Extraordinaria de julio será la obtenida en el examen que se realizará en el día fijado por Jefatura de Estudios sobre el contenido de toda la asignatura. Dicho examen contendrá ejercicios de respuesta larga (desarrollo) y respuesta breve, y tendrá una duración de 2 horas. El alumno que obtenga en dicha calificación una nota superior o igual a 5 habrá superado la asignatura con la nota obtenida. En caso contrario, su calificación será de suspenso.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|--|
| Material didáctico de la asignatura, disponible en Moodle. | Bibliografía | |
| H. Lewis, C. H. Papadimitriou. ?Elements of the Theory of Computation?. Prentice Hall, 1997. | Bibliografía | |
| N.J. Cutland. ?Computability?. Cambridge University Press, 1980. | Bibliografía | |
| S. B. Cooper. ?Computability Theory?. Chapman & Hall/CRC, 2004. | Bibliografía | |
| H, Rogers, ?Theory of Recursive Functions and Effective Computability?. McGraw-Hill, 1967. | Bibliografía | |
| G. S. Boolos, R. C. Jeffrey. ?Computability and Logic?, 3rd ed. Cambridge University Press, 1994. | Bibliografía | |
| H. Simon, "Explaining the Ineffable", Proc., 14th IJCAI, 1995. | Bibliografía | |
| The Interproc Analyzer | Recursos web | http://pop- art.inrialpes.fr/interproc/interprocweb.cgi |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura