

Guía Docente

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Titulación: Grado en Ingeniería Matemática

Rama de Conocimiento: Ingeniería y Arquitectura

Facultad/Escuela: Escuela Politécnica Superior

Asignatura: Complejidad Computacional

Tipo: Obligatoria

Créditos ECTS: 3

Curso: 3

Código: 4964

Periodo docente: Quinto semestre

Materia: Computación

Módulo: Matemáticas Avanzadas y Computación

Tipo de enseñanza: Presencial

Idioma: Castellano

Total de horas de dedicación del alumno: 75

Equipo Docente	Correo Electrónico
Roberto Rodríguez Galán	roberto.rodriguez@ufv.es

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura de Complejidad Computacional describe las bases teóricas de la complejidad algorítmica, los distintos métodos de análisis y diseño de algoritmos y su aplicación en el desarrollo de soluciones que, en última instancia, deberán poder ser expresadas con un lenguaje de programación. Para ello, la asignatura, en base a la materia teórica impartida, estudia la complejidad computacional de distintos métodos algorítmicos, determinando en el proceso cual es el mejor en cada caso.

Esta asignatura corresponde al módulo Matemáticas Avanzadas y Computación. Se imparte en el primer semestre del tercer curso de los estudios de Grado en Ingeniería Matemática y requiere de una dedicación de 75 horas por parte del alumno.

La asignatura abarca una base teórica sobre el campo de la Complejidad Computacional para luego realizar una

presentación de los principales paradigmas algorítmicos, que serán aplicados a la resolución de problemas básicos en computación como pueden ser la ordenación de datos, el recorrido de árboles y grafos, el problema de la mochila, así como la generación y la resolución automáticas de laberintos, por citar solo algunos, con un especial interés en el estudio de la complejidad de dichos problemas.

Partiendo de una base teórica de la complejidad computacional, el resto de los contenidos de esta asignatura son metodologías para la resolución óptima de problemas que se dan en la vida real, incluso para aquellos que computacionalmente no tienen solución a día de hoy, como el problema del viajante de comercio. Estos retos y planteamientos provocarán la curiosidad del alumno y le animarán a investigar distintas soluciones a problemas existentes en el plano humano y técnico de una sociedad cambiante social y tecnológicamente.

OBJETIVO

El objetivo principal de esta asignatura consiste en introducir al alumno en las bases teóricas de la Complejidad Computacional para luego aplicarlos en los principales paradigmas algorítmicos, así como su estudio en profundidad mediante prácticas de programación de los algoritmos clásicos.

Los fines específicos de la asignatura son:

- Conocer y comprender las bases teóricas y los problemas históricos de la Complejidad Computacional, como es el problema "¿P=NP?"
- Analizar la complejidad de un problema y diseñar el algoritmo que lo resuelve con menor coste computacional.
- Aplicar diversas técnicas: Divide y Vencerás mediante algoritmos recursivos, algoritmos voraces, Programación Dinámica, Vuelta Atrás y Ramificación y Poda, algoritmos probabilistas para la resolución de problemas específicos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Se recomienda haber cursado y superado las asignaturas de "Álgebra I y II", "Cálculo I y II" y "Programación I" de primer curso y "Estructuras de Datos y Algoritmos" y "Programación II" de segundo curso.

CONTENIDOS

Tema 1. Introducción a la complejidad computacional y a los paradigmas algorítmicos. Introducción. Paradigmas algorítmicos. Eficiencia y complejidad. Casos mejor, peor y medio. Cotas de complejidad: Notación O, Omega, Theta. Ecuaciones de recurrencias. Clases de complejidad computacional. Problema "¿P=NP?". Casos de estudio algorítmico: ordenamiento por inserción, ordenamiento por mezcla, Torres de Hanoi, factorial.

Tema 2. Paradigmas computacionales:

- Paradigma Divide y Vencerás. Esquema general del paradigma Divide y Vencerás. Algoritmos estudiados: búsqueda binaria, potencia entera de un número, números de Fibonacci (versión DyV), multiplicación de matrices cuadradas (algoritmo clásico, versión DyV ingenua, algoritmo de Strassen), ordenamiento quicksort, estadístico de orden i (mínimo, máximo, mediana), etc.
- Paradigma Voraz. Esquema general del paradigma Voraz. Algoritmos estudiados: devolución de cambio, problema de la mochila (versión voraz), recubrimiento mínimo de un grafo (algoritmos de Prim y de Kruskal), camino mínimo en un grafo (algoritmo de Dijkstra), el viajante de comercio, etc.
- Paradigma de Programación Dinámica. Esquema general del paradigma de Programación Dinámica. Algoritmos estudiados: números de Fibonacci (versión PD), coeficientes binomiales, problema de la devolución de cambio (versión PD), problema de la mochila (1,0) (versión PD), etc.
- Paradigma de Vuelta Atrás. Esquema general del paradigma de Vuelta Atrás. Algoritmos estudiados: búsqueda en profundidad, resolución de laberintos, recorrido del rey en el ajedrez, problema de las n reinas, etc.
- Paradigma de Ramificación y Poda. Esquema del paradigma de Ramificación y Poda. Algoritmos estudiados: juego del salto de la rana, asignación de tareas, problema de la mochila (versión RyP), etc.
- Paradigma probabilista. Esquema del paradigma de los algoritmos probabilistas. Algoritmos estudiados: Montecarlo, Las Vegas.

LAS TRANSPARENCIAS QUE UTILIZA EL PROFESOR EN CLASE SON LA FORMA QUE CONSIDERA PARA ENSEÑAR LA MATERIA PERO NO SE CONSIDERA EL CONTENIDO DE LA MATERIA. EL CONTENIDO DEL CURSO SE BASA EN LA BIBLIOGRAFIA BASICA INDICADA SEGUN INDICACIONES DEL PROFESOR PARA CADA TEMA.

EN CUALQUIER CASO, Y A LA DISCREPCIONALIDAD DEL PROFESOR, NO SE ENTREGARAN EN EL AULA VIRTUAL LAS TRANSPARENCIAS UTILIZADAS EN CLASE HASTA EL FINAL DEL CAPITULO O APARTADO CORRESPONDIENTE (SI EL PROFESOR CONSIDERA QUE DEBE ENTREGARLAS). EL ALUMNO ES RESPONSABLE DE TOMAR LOS APUNTES QUE CONSIDERE Y COMPLETAR LA INFORMACION CON LA BIBLIOGRAFIA INDICADA PARA DISPONER DEL CONTENIDO DEL CURSO.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Las actividades formativas, así como la distribución de los tiempos de trabajo, pueden verse modificadas y adaptadas en función de los distintos escenarios establecidos siguiendo las indicaciones de las autoridades sanitarias.

La enseñanza-aprendizaje del módulo Matemáticas Avanzadas y Computación atiende a una combinación armónica entre el trabajo presencial y autónomo del alumno.

La asignatura de Complejidad Computacional tiene una base teórica para luego su aplicación práctica. La toma de contacto con cada tema se realizará a través de metodologías expositivas por parte del profesor, que esencialmente están dirigidas a presentar los fundamentos teóricos de los distintos paradigmas algorítmicos, así como del estudio de los principales algoritmos de cada tipo. Las clases expositivas serán complementadas con clases de resolución de ejercicios en el aula y como trabajo personal del alumno.

Para garantizar la comprensión de los algoritmos explicados, se plantearán ejercicios prácticos de realización individual y autónoma fuera del aula, donde los alumnos tendrán que mostrar la secuencia ordenada de pasos que supone la ejecución de cada algoritmo.

Asimismo se plantearán prácticas por equipos de programación de los algoritmos más representativos, para las que deberán aplicarse los conocimientos teóricos aprendidos para su óptima implementación. Dichas prácticas se comenzarán a realizar en clases de orientación práctica, pero deberán completarse de manera autónoma por parte de los alumnos fuera del aula. Para la resolución de dudas y dificultades compartidas por diversos alumnos, el profesor podrá organizar tutorías individuales o grupales.

Para favorecer la adquisición de habilidades de comunicación oral y escrita, así como del vocabulario específico de la asignatura, los alumnos se organizarán en equipos para realizar un trabajo sobre un tema teórico/práctico de la asignatura, del que entregarán una memoria escrita y que tendrán que defender ante la clase.

Finalmente, con el fin de facilitar al alumno el acceso a los materiales y la planificación de su trabajo, así como la comunicación con el profesor y el resto de alumnos, se empleará el Aula Virtual, la plataforma de aprendizaje online que ofrece diferentes recursos electrónicos para complementar, de forma muy positiva, el aprendizaje del alumno. Allí se dispondrá de los materiales de la asignatura, se plantearán las tareas que deben entregar los alumnos, se añadirán enlaces de interés sobre la asignatura y se habilitará un foro de comunicación entre el profesor y los alumnos.

DISTRIBUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE TRABAJO

ACTIVIDAD PRESENCIAL	TRABAJO AUTÓNOMO/ACTIVIDAD NO PRESENCIAL
30 horas	45 horas
Clase expositiva participativa 14h Clases en pequeños grupos con el fin de profundizar en contenidos didácticos específicos, tutorías individuales o grupales 2h Clases prácticas 3h Laboratorio 8h Evaluación 3h	Trabajos individuales o en grupo 22h Estudio teórico y práctico 20h Trabajo virtual en red 3h

COMPETENCIAS

Competencias básicas

Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto

especializado como no especializado

Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

Competencias generales

Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y rigor de pensamiento, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Matemática.

Competencias específicas

Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Analizar la complejidad de problemas reales que se dan en el ámbito de la ingeniería.

Analizar la complejidad de algoritmos, siendo capaz de expresar esta en el caso mejor, promedio y peor.

Conocer los conceptos subyacentes a distintos paradigmas algorítmicos analizando en qué situaciones de la vida real es preciso acudir a este tipo de procedimientos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

SISTEMA ORDINARIO DE EVALUACIÓN.

Para la evaluación de la asignatura se tendrán en cuenta diversas pruebas con diferentes pesos:

[1] Un examen escrito de carácter teórico-práctico, y que se realizará al final del curso: 40% de la calificación final. Será una prueba orientada a evaluar los conocimientos adquiridos por el alumno sobre la complejidad computacional de algoritmos y los distintos paradigmas.

El examen se puntuará de 0 a 10, repartiendo esta puntuación de manera equitativa entre todos los ejercicios y apartados, salvo que se indique lo contrario. Se evaluará la expresión escrita, el uso correcto de vocabulario específico de la asignatura, planteamiento de los problemas, corrección, completitud, presentación e interpretación de los resultados obtenidos y la justificación de las respuestas e ideas expresadas con las palabras propias del alumno. Los exámenes se realizarán sin transparencias, apuntes, libros ni cualquier otro material relacionado con la asignatura.

El examen se realizará de manera presencial.

Para aprobar es necesario obtener un 5.

[2] Prácticas no guiadas de programación de diversos algoritmos y realizadas de manera autónoma dentro y fuera del horario de clase y repartidas a lo largo del curso: 25% de la calificación final. Se realizarán de forma individual o en parejas (según indicación del profesor) y consistirán en la implementación en algún lenguaje de programación de diversos algoritmos típicos de cada paradigma. Se evaluará la memoria explicativa (presentación, expresión escrita, uso correcto del vocabulario específico de la asignatura, etc.), así como la calidad, corrección y completitud del código fuente entregado, incluyendo el uso de abundantes comentarios del código y el uso de estándares de programación.

La puntuación de las prácticas será entre 0 y 10, repartiendo esta puntuación de manera equitativa entre todos los ejercicios y apartados, salvo que se indique lo contrario. Para aprobar es necesario obtener un 4 como mínimo en cada práctica y un 5 de media entre todas.

[3] Trabajo por equipos sobre un tema teórico relacionado con la asignatura: 25% de la calificación final. Este trabajo constará de una memoria escrita y una defensa ante la clase, en la que tendrán que intervenir todos los miembros. Se evaluará la calidad del trabajo (adecuación al tema, presentación, estructura, uso correcto de la plantilla, expresión escrita y corrección gramatical, uso correcto del vocabulario específico de la asignatura,

biografía citada, etc.), así como la de la defensa (presentación, respuestas al profesor, expresión oral y corrección gramatical, etc.). La nota de la memoria será el 50 % del total y será común para ambos estudiantes; la nota de la defensa será el otro 50 % y será individual, en función de cómo realiza cada uno la presentación. Para la entrega de la memoria escrita habrá dos plazos, ambos cercanos al final del cuatrimestre: uno voluntario, en el que los alumnos recibirán comentarios de mejora por parte del profesor (pero no una nota), y otro obligatorio. Este plazo obligatorio será anterior a la defensa del trabajo en clase. Para aprobar el trabajo es necesario sacar un 5 como mínimo en la nota de la memoria escrita y un 5 como mínimo en la de la defensa.

[4] Participación activa en la asignatura y realización de ejercicios: 10 % de la calificación final. Esta nota tiene dos componentes: la participación y los ejercicios.

Respecto de la participación activa, se evaluará el interés mostrado por el alumno en la asignatura. Concretamente se computará el índice de asistencia a tutorías y revisiones de exámenes, individuales o grupales, el grado de participación activa en las clases, la puntualidad y la actitud en clase, así como el respeto al profesor y a los compañeros.

Para puntuar en el apartado de participación en clase, es necesario asistir al menos a un 80% de las clases. Por otro lado, se tendrá en cuenta la realización de ejercicios sobre la asignatura de manera individual, tanto en el horario de clase como fuera del aula. Los alumnos partirán de una especificación del algoritmo en pseudocódigo y deberán implementarlos paso a paso, sin escatimar detalles ni saltarse pasos, para demostrar que han comprendido el algoritmo y que son capaces de aplicarlo a un problema dado. Cada ejercicio será evaluado mediante un sistema de 5 estrellas, desde 1 estrella (0) hasta 5 estrellas (10). Cada ejercicio no entregado se puntuará con 1 estrella (0). La nota correspondiente a todos los ejercicios del curso se calculará como la media aritmética de la puntuación de todos los ejercicios. La nota total de este apartado será la media aritmética entre la nota de participación activa y la de los ejercicios.

Para contabilizar esta nota, será imprescindible un porcentaje mínimo de asistencia a clase del 80 %. Para porcentajes inferiores a este valor, la nota será de 0.

CÁLCULO DE LA NOTA FINAL: Teniendo en cuenta estas cuatro componentes, la nota final del alumno será un valor entre 0 y 10 y se calculará como:

$$0,4 * [1] + 0,25 * [2] + 0,25 * [3] + 0,1 * [4].$$

RECUPERACIÓN EN CONVOCATORIA ORDINARIA.

Las notas de las partes aprobadas a lo largo del curso (salvo el examen, que es único al final del cuatrimestre) se guardan durante ese curso. Los alumnos que no hayan alcanzado la nota mínima requerida en alguno de los apartados anteriores, podrán optar a una recuperación al final del cuatrimestre de las partes suspensas de la siguiente manera:

Entrega de prácticas suspensas. Las prácticas suspensas se recuperan cuando la nota obtenida es 4 como mínimo en cada práctica y un 5 de media entre todas.

RECUPERACIÓN EN CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA.

Las notas de las partes aprobadas a lo largo del curso se guardan. Los alumnos que no hayan alcanzado la nota mínima requerida en alguno de los apartados anteriores, podrán optar a una recuperación extraordinaria de las partes suspensas de la siguiente manera:

[1] Examen escrito teórico-práctico de recuperación (40 % de la nota final).

En este caso, la nota obtenida en este examen debe ser 5 como mínimo. En caso de tener que recuperar se realizará un examen que englobe todo el temario del curso. Este examen se aprueba con un 5 como mínimo.

[2] Entrega de prácticas suspensas (junto con las prácticas aprobadas, su media equivale al 25% de la nota final). Las prácticas suspensas se recuperan cuando la nota obtenida es 4 como mínimo en cada práctica y un 5 de media entre todas.

[3] Trabajo teórico (25 % de la nota final). En este caso la defensa del mismo, que sigue siendo obligatoria, será en horario de tutorías, o bien en el horario que indique el profesor. Tanto la memoria escrita como la defensa siguen haciéndose por equipo salvo caso excepcional en el que se haga de forma individual a criterio del profesor. El trabajo suspenso se recupera cuando la nota obtenida es 5 como mínimo para la memoria escrita y un 5 como mínimo para la defensa.

Como norma general, la nota numérica de los exámenes, prácticas, trabajos y ejercicios se redondeará a una cifra decimal.

ALUMNOS CON DISPENSA ACADÉMICA O EN SEGUNDA MATRÍCULA O SUCESIVAS

Aquellos alumnos que estén exentos de la obligación de asistir a clase, bien por segunda matrícula en la asignatura o sucesivas, bien por contar con autorización expresa de la Dirección del Grado, tendrán la obligación de realizar exámenes, prácticas, trabajos y ejercicios en los mismos plazos que el resto de sus compañeros. Respecto del porcentaje del 10% correspondiente a participación en la asignatura y realización de ejercicios, serán evaluados mediante la asistencia a un mínimo de una tutoría, en horario convenido entre profesor y alumno. En dicha tutoría el alumno hará entrega de los ejercicios del curso y responderá a las preguntas que le efectúe el profesor sobre ellos, recibiendo una nota que será el 10% restante de la nota final. Habrá obligatoriamente otra tutoría en la que el alumno realizará la defensa del trabajo.

NORMATIVA ANTIPLAGIOS.

Se considerará "plagio" cualquier tipo de copia de ejercicios en un examen, de memorias de prácticas, de código fuente de prácticas, de memorias de trabajos (incluida la presentación oral), de ejercicios para casa, etc., ya sea de manera total o parcial, con el engaño de hacer creer al profesor que son propios del alumno. Cualquier tipo de fraude o plagio por parte del alumno en una actividad evaluable será sancionado e implicará un 0 en la calificación final de la asignatura, anulando la convocatoria en curso. La situación, además, será comunicada a la Dirección de la Carrera, que a su vez comunicará a Secretaría General, siguiendo el protocolo establecido en la universidad.

Las conductas de plagio, así como el uso de medios ilegítimos en las pruebas de evaluación, serán sancionados conforme a los establecido en la Normativa de Evaluación y la Normativa de Convivencia de la universidad.

NO PRESENTADO.

A efecto de cómputo de convocatorias en una asignatura, solamente se contabilizarán como consumidas aquellas en las que el alumno se haya presentado a una parte de las mismas, siempre que su peso en la nota final supere el 50%, aunque no se presente al examen final. Se entenderá que un alumno se ha presentado a una prueba aunque la abandone una vez comenzada la misma. La condición de NO PRESENTADO en la convocatoria extraordinaria estará ligada a la no asistencia o entrega de ninguna prueba, práctica o trabajo que esté pendiente.

SISTEMA DE EVALUACIÓN ALTERNATIVO.

Este sistema de evaluación esta previsto en el caso de que las recomendaciones sanitarias obliguen a realizar la docencia exclusivamente en remoto. En el caso de esta asignatura, se considera que ninguna de las actividades evaluables tienen ningún problema en realizarse en remoto. En cualquier caso, si alguna actividad no puede realizarse en remoto, las puntuaciones de esta actividad quedarán anuladas y su % se repartirá de forma equivalente entre el resto de actividades realizadas. Si los exámenes no se pudieran realizar de forma presencial, se realizarán de forma remota mediante las herramientas que determine la Universidad Francisco de Vitoria, garantizando siempre la evaluación de las competencias y resultados de aprendizaje de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

Básica

Sanjeev Arora and Boaz Barak. Computational Complexity: A Modern Approach. Disponible online en <http://theory.cs.princeton.edu/complexity/book.pdf>

S. S. Skiena, The Algorithm Design Manual, 2.^a edición. Londres: Springer Verlag, 2008. ISBN: 978-1-84800-069-8.

R. Guerequeta y A. Vallecillo, Técnicas de diseño de algoritmos, 2.^a edición. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, 2000. ISBN: 84-7496-666-3. Disponible online desde la web de los autores: <http://www.lcc.uma.es/~av/Libro/>

Complementaria

Material docente del profesor disponible en el Aula Virtual.

N. Martí Oliet, Y. Ortega Mallén y A. Verdejo, Estructuras de datos y métodos algorítmicos: 213 ejercicios resueltos, 2.^a edición. Garceta Grupo Editorial, 2013. ISBN: 978-84-1545-265-2.

Tabla resumen de complejidad de algoritmos: <http://bigocheatsheet.com/>

L. Araujo Serna, R. Martínez Unanue y M. Rodríguez Artacho, Programación y estructuras de datos avanzadas, 1.^a edición. Editorial Universitaria Ramón Areces, 2011. ISBN: 9788499610221.

G. Brassard y P. Bratley, Fundamentos de Algoritmia. Prentice Hall, 1997. ISBN: 978-84-832-2588-2.

A. V. Aho, J. E. Hopcroft y J. D. Ullman, Estructuras de datos y algoritmos, 2.^a edición. Editorial Alhambra Mexicana, 1998. ISBN: 9789684443457.

T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest y C. Stein, Introduction to Algorithms, 3.^a edición. The MIT Press, 2009. ISBN: 978-0-262-03384-8.

J. Gonzalo Arroyo y M. Rodríguez Artacho, Esquemas algorítmicos: Enfoque metodológico y problemas resueltos,

9.^a edición. Cuadernos de la UNED, 2008. ISBN: 9788436236224.

R. Sedgewick y K. Wayne, Algorithms, 4.^a edición. Addison-Wesley, 2011. ISBN: 978-0-321-57351-3.

Vídeos sobre algoritmos de ordenación mediante danzas de Europa del Este: <http://algo-rhythmics.ms.sapientia.ro/>