

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

| | | | |
|--|--|----------------------|-------------|
| Asignatura | SISTEMAS DISTRIBUIDOS | | |
| Materia | ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS, SISTEMAS OPERATIVOS Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS | | |
| Módulo | COMUNES A LA INFORMÁTICA | | |
| Titulación | GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA | | |
| Plan | 545 | Código | 46916 |
| Periodo de impartición | 2º CUATRIMESTRE | Tipo/Carácter | OBLIGATORIA |
| Nivel/Ciclo | GRADO | Curso | 2º |
| Créditos ECTS | 6 ECTS | | |
| Lengua en que se imparte | ESPAÑOL | | |
| Profesor/es responsable/s | CÉSAR LLAMAS BELLO | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | <ul style="list-style-type: none">• CÉSAR LLAMAS BELLO Teléfono: 983 185610 e-mail: cllamas_at_infor.uva.es.• HÉCTOR ORTEGA ARRANZ e-mail: hector_at_infor.uva.es• IRENE LAVIN PERRINO e-mail: irene_at_infor.uva.es | | |
| Departamento | INFORMÁTICA (ATC, CCIA y LSI) | | |



1. Situación / Sentido de la Asignatura

Hoy en día es difícil encontrar algún sistema real que no ofrezca la posibilidad de comunicarse y compartir recursos entre usuarios, simultáneamente, y en ubicaciones geográficas diversas. Por ello, los diseñadores de software y los expertos en TI deben conocer y dominar las técnicas que hacen esto posible. Durante las últimas décadas esta disciplina de la informática ha venido en llamarse “Sistemas Distribuidos” (“Distributed Computing”, en inglés), y su cuerpo de doctrina incluye aspectos variados que tienen que ver desde el estudio de las plataformas hardware y redes que lo hacen posible, hasta la investigación sobre los modelos de negocio sobre los que se implantan este tipo de sistemas. Entre medias encontramos teoría y práctica de algoritmos distribuidos, sistemas operativos distribuidos, algoritmos distribuidos, middleware y plataformas para la distribución y arquitecturas software en relación con la distribución.

1.1 Contextualización

Esta asignatura se encuadra en la materia que denominamos en este grado “*Entorno Tecnológico*”, junto a otras asignaturas como los Sistemas Operativos, la Arquitectura y Organización de Computadoras, y la Administración y Evaluación de los Sistemas Informáticos, o por ejemplo Redes.

1.2 Relación con otras materias

En consecuencia, con la importancia del estudio de este tipo de sistemas, es lógico que dentro de este grado la noción de sistema distribuido aparezca en las diversas materias de la formación general y específica. En consonancia con ello, esta asignatura aborda un enfoque centrado en el diseño del software que hace posible la construcción de los sistemas distribuidos, a través del estudio de los diversos paradigmas y arquitecturas que los describen, desde los ya clásicos sistemas cliente-servidor hasta llegar a aspectos tan actuales como la construcción de software orientada a servicios.

1.3 Prerrequisitos

Para un óptimo aprovechamiento de la asignatura, se recomienda a los alumnos un nivel suficiente en las competencias alcanzadas en la materia de “Fundamentos Básicos de la Informática”, especialmente en los contemplados específicamente en las asignaturas de “Fundamentos de Programación” y “Fundamentos de Redes de Computadoras”. Asimismo, también se recomienda un especial cuidado en las competencias logradas en las asignaturas de “Fundamentos de Ingeniería de Software” y en general asignaturas de programación dentro de la materia de “Entornos de Software”.

2. Competencias

2.1 Generales

| Código | Descripción |
|--------|--|
| CG02 | Conocimientos básicos de la profesión |
| CG3 | Capacidad de análisis y síntesis. |
| CG4 | Capacidad de organizar y planificar. |
| CG11 | Capacidad crítica y autocrítica. |
| CG16 | Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. |
| CG18 | Capacidad de aprender. |
| CG21 | Habilidad para trabajar de forma autónoma. |

2.2 Específicas

| Código | Descripción |
|--------|--|
| CI11 | Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas. |
| CI14 | Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real. |
| IS04 | Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales. |

3. Objetivos

| Código | Descripción |
|---------|--|
| CI 11.1 | Comprender la estructura y funcionamiento de las diversas variantes de sistemas distribuidos y saberlas aplicar en la caracterización de los mismos. |
| C11.2 | Entender la naturaleza, organización y función del middleware de distribución y usarlo para el desarrollo de aplicaciones. |
| C11.3 | Conocer los diversos entornos de desarrollo disponibles y saber emplear alguno de ellos en el desarrollo de aplicaciones sencillas. |
| CI14.1 | Comprender y saber aplicar modelos de programación para sistemas distribuidos. |
| IS04.1 | Comprender los fundamentos de las arquitecturas orientadas a servicios y el papel que juegan en el desarrollo de aplicaciones distribuidas, sobre la base de ejemplos concretos. |

4. Contenidos y/o bloques temáticos

a. Contextualización y justificación

El contenido de la materia se cubre con distintos temas que se desarrollan a nivel más teórico o más práctico en forma de clases presenciales participativas y laboratorios más prácticos. Entre ambos tipos de docencia existe un solapamiento y se aplican distintas herramientas didácticas para conseguir los objetivos de aprendizaje.

b. Objetivos de aprendizaje

c. Contenidos

1. Caracterización de los sistemas distribuidos.
Introducción – Tipos de sistemas distribuidos – Desafíos de los sistemas distribuidos.
 2. Comunicación entre procesos mediante paso de mensajes:
Modelo de comunicación y sincronización – Modelo de actores – Representación de datos para la comunicación entre procesos.
 3. Programación de aplicaciones mediante sockets:
Modelo de comunicación de sockets TCP y UDP – API de programación de sockets en Java
 4. Introducción a los protocolos de comunicación para SS.DD.:
Introducción a los protocolos informáticos – Protocolos de Internet para SS.DD.
 5. Modelos fundamentales de SS.DD.:
Modelos de comunicación, fallo y seguridad. – Middleware – Paradigmas importantes para SS.DD.
 6. Comunicación y sincronización mediante objetos remotos:
Modelo de Objetos Remotos en Java – Patrones de diseño de objetos distribuidos – CORBA
 7. Arquitectura Cliente-Servidor:
Introducción – Diseño de sistemas de distribución C-S – Estado en C-S – REST.
 8. Arquitectura P2P:
Comunicación en grupo – Modelos de aplicación P2P.
 9. Comunicación mediante software de mensajería:
Modelo básico de mensajería – Patrones más importantes basados en MOM.
- Lab1 – Servidores multienhebrados y monoenhebrados en Java con TCP.
Lab2 – Diseño de un protocolo y una aplicación C-S en Java.
Lab3 – Modelo de comunicación y sincronización en Java RMI.
Lab4 – Patrones de diseño de aplicaciones distribuidas en Java RMI.
Lab5 – Seguridad en Sockets y RMI.
Sem1 – Servidores monoenhebrados y concepto de sesión en UDP.
Sem2 – Servicio de Mensajería con AMQP.

d. Métodos docentes

| Actividad | Metodología |
|--|---|
| Clase de teoría presencial síncrona y videoconferencia. | <ul style="list-style-type: none">• Clase magistral participativa, donde el alumno dispone anticipadamente de diapositivas y material a comentar y discutir.• Estudio de casos en aula.• Resolución de problemas.• Se fomentará mediante la utilización de preguntas en línea la participación del alumno y la verificación de su asistencia a las videoconferencias. |
| Modelo de docencia Inversa | <ol style="list-style-type: none">1. Demostraciones prácticas e ilustraciones de contenidos puntuales para el seguimiento del alumno a distancia.2. Aportación de material docente previo a la sesión, píldoras de vídeo, transparencias y apuntes.3. Se añaden preguntas y temas a desarrollar para comprobar el seguimiento del alumno y el aprovechamiento. |
| Clase práctica presencial o a distancia con contenidos prácticos + chat y videoconferencia. | <ul style="list-style-type: none">• Exposición en laboratorio basado en guía de actividades.• Puede haber “Píldoras en video” para tareas concretas que el alumno puede llevar preparado de antemano.• En las actividades “Seminario” se completa con breves cuestionarios y pequeñas tareas para observar el seguimiento de las actividades, que se realizan en el tiempo que dura la actividad (2h). |
| Talleres con evaluación cruzada y autoevaluación vía CampusVirtual | <ul style="list-style-type: none">• Se presenta un reto prácticos de laboratorio que deberá entregarse al final de la actividad.• Tras la actividad, el alumno tiene 2 días para evaluar el trabajo realizado por dos compañeros y ayudarlos a completar la actividad a la vez que puede observar los problemas que pudieran haber surgido en la suya.• Finalmente el alumno debe realizar una autoevaluación donde revisará su trabajo y podrá finalizar su aprendizaje aportando pruebas de aprendizaje para que el evaluador (profesor) pueda ver que el alumno ha completado satisfactoriamente la actividad. |
| Tutoría activa via CampusVirtual | <ul style="list-style-type: none">• Cuestionarios de evaluación de competencias teóricas realizados mediante herramientas de quiz en línea a través del Campus Virtual de la Uva.• Se sigue una sesión de revisión de dificultades y enfoque de los problemas presentados en los cuestionarios. |
| Tutorización a distancia (videoconferencia / Microsoft Teams) | <ul style="list-style-type: none">• Según la disponibilidad del alumno y el profesor, se atenderán las dudas y problemas prácticos mediante herramientas de tutorización a distancia:• Mensajería instantánea, para sesiones interactivas de dudas.• Correo electrónico para dudas puntuales u organización de la asignatura,• Video conferencia, para casos en los que el alumno o el profesor necesiten mostrar el escritorio con herramientas informáticas interactivas. |



e. Plan de trabajo

El plan de trabajo de la asignatura solapa clases teóricas con clases prácticas, de modo que se entrelazan los temas de modo constructivo siendo consistente con el orden de los contenidos. Esto obligará a cambiar el orden de exposición de algún tema en favor de la solidez del orden de contenidos.

La teoría utilizará métodos de clase de teoría o presencial a distancia, docencia inversa, y tutorías activas que además servirán para aportar puntos a la calificación del alumno.

La parte práctica contendrá tres tipos de sesiones:

- Mini-laboratorios: con contenidos prácticos no evaluables que permiten preparar los laboratorios de la siguiente semana. Funcionan con la aportación de fuentes y material del profesor, podcasts y píldoras de vídeo.
- Laboratorios: que obedecen al modelo de Taller indicado en la sección anterior. En ella se dirige con un guión de prácticas que requiere la completación en fases por el alumno, el envío de trabajos, y la posterior evaluación por Taller de evaluación entre pares, una vez ya fuera del aula. Su realización es obligatoria. La supervisión se realizará en persona, en línea mediante herramientas de mensajería instantánea de modo síncrono a los horarios de los laboratorios.
- Seminarios: donde en una sola sesión se ilustran conceptos importantes presencialmente, en vídeo o de modo síncrono mediante herramientas de mensajería, de modo síncrono a los horarios de los laboratorios.

f. Evaluación

El modelo de evaluación de la asignatura es: *evaluación continuada* lo cual implica que a lo largo del cuatrimestre:

- Se realizarán tutorías controladas de carácter **opcional y presencial** que aportarán un porcentaje de puntos a la nota.
- Se realizarán actividades de laboratorio de carácter **obligatorio presencialmente** que serán continuadas según el modelo de Taller indicado en la sección anterior.

Las clases teóricas siguen el modelo de clases síncronas que se retransmitirán en línea y docencia inversa dependiendo de la idoneidad con respecto al contenido a exponer. Se aprovecha esta ventana temporal, entonces, para la realización de cuestionarios tutoriales para fomentar la realimentación y la discusión en clase de aquellos conceptos o partes difíciles (Tutorías activas).

Las clases prácticas contienen competencias fundamentales para el titulado en informática y requerirán la preparación de material previo por parte del alumno. Al final de las sesiones presenciales (un total de 5) se entregará un trabajo que será evaluado constructivamente por los compañeros. Al mismo tiempo habrá que evaluar 2 trabajos por laboratorio. La calificación del laboratorio se obtendrá tomando todas las fuentes de información posibles proporcionadas por el alumno.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica



- Liu, M. L. "Computación Distribuida. Fundamentos y Aplicaciones". Addison-Wesley. 2004.
- Coulouris, G., Dollimore, J., Kindberg, T. "Sistemas Distribuidos. Conceptos y Diseño, 3a Ed.". Addison Wesley, 2001.

g.2 Bibliografía complementaria

- Tanenbaum, A.S. "Sistemas Distribuidos: Principios y Paradigmas", Prentice-Hall México, 2008.
- Goetz, Bloch y otros. "Java Concurrency in Practice". Pearson Education (Us); Edición: 01 (9 de mayo de 2006)
- Gerard J. Holzmann, "Design And Validation Of Computer Protocols", Pearson Technology Group, 2008, ISBN: 978-0135399255

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Todo el material necesario para el alumno será desplegado en el Campus Virtual de la Uva y será enlazado para fuentes externas en el caso en que no puedan cargarse en el campus virtual.

i. Temporalización

No existen bloques temáticos distintos, por lo que el índice de contenidos proporcionado será el que se utilice con cierta flexibilidad en el ordenamiento. La programación concreta de cada actividad se proporcionará en el momento de comenzar la asignatura para cada sesión de teoría y laboratorio con todo detalle. A continuación se muestra una lista de actividades obligatorias relevantes para su inclusión en el Calendario de Actividades Docentes del Grado por semanas. El calendario detallado dependerá del número de grupos y laboratorios disponibles y se indicará al comienzo del cuatrimestre.

| | |
|-----------|---|
| Semana 3 | Programación con Sockets |
| Semana 5 | Programación de sistemas cliente-servidor con sockets |
| Semana 8 | Programación para sistemas RMI |
| Semana 10 | Patrones de programación distribuida con RMI |
| Semana 12 | Comunicación segura en sistemas distribuidos |

5. Métodos docentes y principios metodológicos

En el apartado 4.d se concretan con los métodos docentes y principios metodológicos.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾ | HORAS | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES | HORAS |
|--|-----------|---------------------------------------|------------|
| Clases teórico-prácticas (1) | 24 | Estudio y trabajo autónomo individual | 60h |
| Laboratorios | 28 | | 30h |
| Evaluación fuera del periodo de exámenes. | 4 | | |
| Total presencial | 56 | Total no presencial | 94 |
| TOTAL presencial + no presencial | | | 150 |

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma sincrónica a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|--|-----------------------|--|
| Cuestionarios de preparación de la tutoría activa grupal. Un cuestionario por cada lección teórica, agrupando dos o más pruebas en una sesión. | 15% | 3 o cuatro sesiones de tutorías activas tras las lecciones teóricas correspondientes. Asistencia no obligatoria. El peso en esta nota se reparte proporcionalmente. Una nota superior a 6,5 sobre 10 elimina el tema del examen final con la nota obtenida en esta prueba. |
| 2 trabajos de seminario práctico (laboratorio) a realizar en el laboratorio. | 10 | Hay que realizar al menos 1 trabajo práctico de entre los dos seminarios. El peso en la nota se reparte a partes iguales. |
| Sesiones de laboratorio. | 35% | Las sesiones evaluables de laboratorios (no las sesiones de mini-laboratorios) son importantes para superar la asignatura en la convocatoria ordinaria. Se podrá excusar con causa justificada la falta a una de las sesiones de laboratorio con causa justificada. Es necesario obtener una nota mínima de 5 / 10 en cada laboratorio, pudiendo compensarse con 4.5 en dos de ellos con la nota de los restantes. |
| Examen final escrito (tipo prueba objetiva) sobre los conceptos teóricos de la asignatura. Una prueba por cada bloque del mismo modo que en los cuestionarios de tutorías activas. | 40% | Es condición indispensable para superar la asignatura, obtener un resultado positivo en esta prueba, por cada unidad teórica (lección). |



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

El mecanismo de evaluación de esta asignatura es evaluación continuada. Podrán, sin embargo, recuperarse los temas teóricos no aprobados durante la prueba de la convocatoria ordinaria. No ocurre así con los laboratorios, que deberán realizarse presencialmente en la sesión correspondiente al grupo de laboratorio del alumno.

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Superar la prueba final de contenidos teóricos por cada una de las unidades (lecciones) teóricas realizadas durante las sesiones de tutoría activa que se realizarán en el horario de clases teóricas. Podrán compensarse la nota de dos temas con un 4.5 / 10 con la nota del resto de los temas.
 - Se realizará un examen final donde el alumno podrá recuperar aquellos temas que pueda tener suspensos hasta un máximo de 4. En caso contrario deberá presentarse a la convocatoria extraordinaria.
 - Deberá obtener un resultado positivo 5 / 10 en cada uno de los laboratorios evaluables, pudiéndose o bien faltar a uno de ellos con causa justificada u obtener un resultado negativo en uno de ellos. En este último caso se deberá compensar esta nota con la del resto de laboratorios.
 - Sumando todos los conceptos de calificación el alumno deberá obtener un mínimo de 5 / 10.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se conservará la nota de los temas de teoría de la convocatoria ordinaria para la convocatoria extraordinaria pudiéndose recuperar cada tema individualmente sin limitación de número de temas.
 - En caso de haber superado las prácticas de laboratorio se conservará la nota para la convocatoria extraordinaria.
 - Las actividades presenciales de laboratorio y los talleres posteriores no son recuperables, por lo que en la convocatoria extraordinaria sólo concurrirán alumnos que hayan superado las actividades de laboratorio.