



Programación Paralela y Distribuida

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Programación paralela y distribuida
Materia	Sistemas y servicios distribuidos; Computación científica
Departamento responsable	Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
Créditos ECTS	4,5
Carácter	Optativo
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería Informática
Curso	Segundo
Especialidad	No aplica

Curso académico	2014-15
Semestre en que se imparte	Septiembre-Enero
Idioma en que se imparte	Español



POLITÉCNICA



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

2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Antonio García Dopico (Coord.)	4202	dopico@fi.upm.es
Fernando Pérez Costoya	4201	fperez@fi.upm.es
María de los Santos Pérez Hernández	4204	mperez@fi.upm.es

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

Asignaturas superadas	<ul style="list-style-type: none">• Computación para Ciencia e Ingeniería
Otros resultados de aprendizaje necesarios	<ul style="list-style-type: none">• Poseer destrezas fundamentales de la programación.• Conocimientos básicos de concurrencia.



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CE-1	Capacidad para la integración de tecnologías, aplicaciones, servicios y sistemas propios de la Ingeniería Informática, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares.	2
CE-4	Capacidad para modelar, diseñar, definir la arquitectura, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener aplicaciones, redes, sistemas, servicios y contenidos informáticos	2
CB-7	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.	4
CB-10	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo	3
CG-9	Apreciación de los límites del conocimiento actual y de la aplicación práctica de la tecnología más reciente	3
CG-12	Capacidad de trabajar de forma independiente en su campo profesional	4
CE-10	Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de computación de altas prestaciones y métodos numéricos o computacionales a problemas de ingeniería	3
CE-16	Capacidad para hacer conexiones entre los deseos y usos y necesidades del consumidor o cliente y lo que la tecnología puede ofrecer	2

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



POLITÉCNICA



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

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Ser capaz de procesar datos masivos	CE-4/10/16	2
RA3	Conocer cómo se aplican las técnicas de computación científica en algún campo específico de ciencia o ingeniería.	CE-1/10/16	2



POLITÉCNICA



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

5. Sistema de evaluación de la asignatura

EVALUACIÓN SUMATIVA			
Actividades Evaluables	Momento	Lugar	Peso Calificación
Proyecto práctico E/S Paralela	Evaluación continua	Aula	25%
Proyecto práctico Big Data	Evaluación continua	Aula	25%
Proyecto práctico Computación de alto rendimiento	Evaluación continua.	Aula	50%



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se describen a continuación los criterios 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.

Elección del sistema de evaluación

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 NATURALES**, a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura, mediante escrito dirigido al Coordinador de la asignatura, que entregará dentro del plazo establecido y a través del Registro de la Secretaría de Alumnos.

En dicho escrito deberá constar:

"D. _____ con DNI _____ y nº de matrícula _____,

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por la siguiente asignatura:

- 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.



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Sistema de evaluación

La asignatura se evaluará mediante la realización de una serie de proyectos prácticos y ejercicios. El enunciado de los mismos se presentará en clase, en la propia aula y durante el horario regular de la asignatura, en las fechas especificadas en el calendario de la asignatura. El desarrollo de estos proyectos se llevará a cabo tanto de forma presencial en las clases prácticas en el laboratorio, como no presencial usando los recursos ofrecidos por el Centro de Cálculo para tal fin, y apoyándose en las tutorías para la resolución de cualquier aspecto vinculado con el desarrollo de los mismos. Los plazos de entrega estarán escalonados a lo largo del desarrollo del curso y se publicarán conjuntamente con el enunciado con suficiente antelación.

La nota final de la asignatura se calculará considerando un peso de 25% para el proyecto práctico de E/S paralela, otro 25% para el proyecto de BigData y otro 50% para los trabajos prácticos de computación de alto rendimiento. Para aprobar la asignatura, además de tener una nota final mayor o igual a 5, habrá que tener una nota mínima de 2 en cada una de las tres partes.

Evaluación en la convocatoria extraordinaria de julio

En caso de que el alumno no haya superado la asignatura deberá presentarse al examen de esta convocatoria. El alumno tendrá un plazo extraordinario para volver a entregar los ejercicios prácticos que no ha superado satisfactoriamente, plazo que finaliza el día anterior al de la celebración del examen.

Plazos de entrega

Las fechas exactas establecidas como plazo máximo para la entrega de las distintas prácticas serán publicadas en el enunciado de cada práctica. Los plazos de entrega estarán escalonados a lo largo del curso con el objetivo de facilitar el desarrollo de las prácticas en paralelo con el temario y maximizar así su beneficio. En ningún caso se admitirán prácticas entregadas fuera de plazo.



6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Introducción. Necesidades de la computación científica	1.1 Necesidades de cómputo. Arquitecturas de altas prestaciones. Top 500. Green 500.	RA1,3
	1.2 Sistemas de memoria compartida.	
	1.3 Sistemas de memoria distribuida, <i>clusters</i> y <i>cloud</i> .	
	1.4 Coprocesadores (GPUs y MIC)	
	1.5 Análisis de aplicaciones. Detección de errores y cuellos de botella (valgrind)	
Tema 2: Programación paralela	2.1 Programación de sistemas de memoria compartida: OpenMP. Ejemplos	RA1,3
Tema 3: Programación distribuida	3.1 Programación de sistemas de memoria distribuida: MPI. Ejemplos	RA1,3
Tema 4: E/S de Alto Rendimiento	4.1 Computación Intensiva de datos. Motivación.	RA1,3
	4.2 Sistemas de ficheros paralelos y escalables. Lustre, GPFS, PVFS, HDFS, Ceph, GlusterFS.	
	4.3 Bibliotecas de E/S paralela. MPI-IO, HDF5, NetCDF.	
	4.4 Ejemplos de aplicación	
Tema 5: Modelos de programación para BigData	5.1 MapReduce: Google MapReduce y Hadoop MapReduce	RA1,3
	5.2 Modelos basados en BSP: Genéricos: Apache Hama	
	5.3 Modelos basados en BSP: Para el procesamiento de grafos: Google Pregel y Apache Giraph	
Tema 6:	6.1 Many Integrated Cores o Intel Xeon Phi.	RA1,3



POLITÉCNICA

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

Aceleradores	Descripción. Vectorización	
	6.2 Graphic Processing Unit. Introducción. Descripción de la arquitectura. Programación con Cuda	

7. 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	<i>Hablar a los estudiantes</i>
	Seminarios-Talleres	<i>Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes</i>
	Clases Prácticas	<i>Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar</i>
	Prácticas Externas	<i>Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional</i>
	Tutorías	<i>Atención personalizada a los estudiantes</i>
	Trabajo en grupo	<i>Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos</i>
	Trabajo autónomo	<i>Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje</i>

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.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS

CLASES DE TEORÍA	Durante una clase de teoría o lección magistral, el profesor realiza una exposición verbal de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, mediante la cual suministra a los alumnos información esencial y organizada procedente de diversas fuentes con unos objetivos específicos predefinidos (motivar al alumno, exponer los contenidos sobre un tema, explicar conocimientos, efectuar demostraciones teóricas, presentar experiencias, etc.) pudiendo utilizar para ello, además de la exposición oral, otros recursos didácticos (audiovisuales, documentos, etc.).
CLASES DE PROBLEMAS	Este método de enseñanza se utiliza como complemento de la clase de teoría (lección magistral) y se basa en solicitar a los estudiantes que desarrollen soluciones adecuadas a un determinado fin, 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. La intención principal es la de aplicar lo ya aprendido para favorecer la comprensión tanto de la importancia como del contenido de un nuevo tema, afianzar conocimientos y estrategias y su aplicación en las situaciones prácticas que se planteen.
PRÁCTICAS	Se trata de la realización de proyectos completos de desarrollo software de tamaño medio. Los alumnos deberán trabajar a partir de un documento con la descripción detallada de las especificaciones funcionales que debe cumplimentar el proyecto. El producto final producido deberá pasar un conjunto exhaustivo de pruebas funcionales.
TRABAJOS AUTÓNOMOS	Se trata de actividades que el alumno deberá abordar de forma individual, sin supervisión del profesor, pero recibiendo retroalimentación por parte de este último y soporte a través de tutorías no programadas. El propósito principal es desarrollar su capacidad de autoaprendizaje.
TRABAJOS EN GRUPO	Se trata de actividades donde varios alumnos, como grupo, deben resolver determinada tarea o proyecto. Además de la complejidad inherente al proyecto en sí, ese tipo de trabajos exige que el grupo de alumnos se divida y gestione la elaboración del proyecto por partes.
TUTORÍAS	Atención personalizada a los estudiantes mediante un conjunto de reuniones programadas dirigidas a grupos muy reducidos de alumnos en que éstos podrán además interactuar entre sí y con el profesor. Se utiliza este método para resolver dudas puntuales a un alumno de forma personalizada.



8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	Hennessy, J. L, Patterson, D. A.; "Computer Architecture: A quantitative Approach", 5th. Ed.. Morgan Kauffmann Pub., 2012
	Data-intensive Text Processing with MapReduce. Jimmy Lin, Chris Dyer, Morgan & Claypool Publishers, 2010
	Ceph: A Scalable, High-Performance Distributed File System Sage Weil, Scott A. Brandt, Ethan L. Miller, Darrell D. E. Long, Carlos Maltzahn Proceedings of the 7th Conference on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 06) November 2006
	Overview Of The MPI-IO Parallel I/O Interface (1995) Peter Corbett , Dror Feitelson , Sam Fineberg , Yarsun Hsu , Bill Nitzberg , Jean-Pierre Prost , Marc Snir , Bernard Traversat , Parkson Wong
	HDFS, http://hadoop.apache.org/docs/r1.2.1/hdfs_design.html
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura (http:// www.datsi.fi.upm.es/docencia/PPD)
EQUIPAMIENTO	Sistema para el desarrollo de ejercicios prácticos, asignado por el centro de cálculo
	Sala con puestos de trabajo en grupo, asignado por el centro de cálculo



9.Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 1 (3 horas)					
Semana 2 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 2 (2 horas)	• Ejercicio de tema 1. Valgrind (1 hora)	• Estudio y ejercicios (4 horas)			
Semana 3 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 3 (1 horas)	• Ejercicios de tema 2. OpenMP (2 horas)	• Estudio y ejercicios (4 horas)			• Tutoría (0,5 horas)
Semana 4 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 3 (1 horas)	• Ejercicio de tema 3. MPI (2 horas)	• Estudio y ejercicios (4 horas)			
Semana 5 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 4 (3 horas)					
Semana 6 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 4 (3 horas)		• Estudio y ejercicios (4 horas)			
Semana 7 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 4 (3 horas)		• Estudio y ejercicios (4 horas)			• Tutoría (0,5 horas)
Semana 8 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 5 (3 horas)					



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 9 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 5 (3 horas)					
Semana 10 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 5 (3 horas)		• Estudio y ejercicios (4 horas)			
Semana 11 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 6 (2 horas)	• Ejercicio de tema 6. MIC (1 horas)				• Tutoría (0,5 horas)
Semana 12 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 6 (2 horas)	• Ejercicio de tema 6. MIC (1 horas)	• Estudio y ejercicios (4 horas)			
Semana 13 (horas)	• Explicación de contenidos del Tema 6 (2 horas)	• Ejercicio de tema 6. GPU (1 horas)				• Tutoría (0,5 horas)
Semana 14 (horas)		• Ejercicio de tema 6. GPU (3 horas)	• Estudio y ejercicios (4 horas)			• Tutoría (2 horas)
Semana 15 (horas)	• Casos de estudio (2 horas)					• Tutoría (2 horas)
Semana 16 (horas)	• Casos de estudio (2 horas)					• Tutoría (2 horas)

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