

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Técnicas de computación científica

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Primer semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Técnicas de computación científica
Titulación	10MI - Grado en Matemáticas e Informática
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos
Semestre/s de impartición	Séptimo semestre
Materias	Optatividad
Carácter	Optativa
Código UPM	105000139
Nombre en inglés	Scientific computing techniques

Datos Generales

Créditos	6	Curso	4
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Matemáticas e Informática no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Matemáticas e Informática no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Lenguajes de ordenador

Arquitecturas de ordenador

Algorítmica numérica

Competencias

CE25 - Conocer los campos de aplicación de las matemáticas y la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en, por lo menos, una situación.

CE37 - Combinar la teoría y la práctica para realizar tareas informáticas.

CE39 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

CG01 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG08 - Capacidad de comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la especialización elegida.

Resultados de Aprendizaje

RA213 - Los estudiantes son capaces de aplicar técnicas de optimización y paralelización para resolver problemas reales.

RA123 - Conocer alguno de los campos situados en la frontera entre las matemáticas y la informática, que están en la base de nuevas tendencias y desarrollos.

RA120 - Dado un campo de aplicación de las matemáticas o de la informática, evaluar y diseñar la solución más apropiada para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación.

RA121 - Dado un problema real elegir las herramientas matemáticas o la tecnología informática más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución.

RA122 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema matemático o informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

RA224 - Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro.

RA212 - Los estudiantes comprenden y evalúan las distintas técnicas de computación, secuenciales y paralelas, que influyen en el uso eficiente de un ordenador de alto rendimiento.

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Martin Ayuso, Vicente (Coordinador/a)	5210	vicente.martin@upm.es	

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

Personal Investigador en Formación o Similar

Nombre	e-mail	Profesor Responsable
Rosales Bejarano, Jose Luis	jose.rosales@fi.upm.es	Martin Ayuso, Vicente

Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Rucabado, Gabriel	g.rucabado@upm.es	Centro de Simulacion Computacional
Brito, Juan Pedro	juanpedro.brito@upm.es	Centro de Simulacion Computacional

Descripción de la Asignatura

Este curso pretende mostrar al estudiante de informática las técnicas computacionales básicas con un mayor impacto en el área de la computación científica. El objetivo es que sea capaz, bien de integrarse en un grupo de trabajo ocupado en resolver este tipo de problemas o bien de asesorar sobre el uso óptimo de la informática en este campo. El énfasis se pone en dos áreas, por un lado las técnicas que permiten extraer el máximo rendimiento de arquitecturas secuenciales y por otro la explotación de arquitecturas paralelas. Adicionalmente se tratan temas de benchmarking, uso de arquitecturas especializadas (GPUs, MICs) y creación de aplicaciones para la presentación y exploración de las -típicamente enormes- cantidades de datos generadas por los programas de cálculo masivo usuales en este campo. Este curso es una versión con temario extendido de la asignatura del mismo nombre en el Grado de Informática. Se cubre el mismo temario básico, que es extendido con técnicas y aplicaciones especializadas o nuevos paradigmas de computación. En el temario básico se incluyen también introducciones a algunos conceptos (e.g.: conceptos de arquitecturas especializadas) que por la estructura del plan de estudios de M+I no han sido vistos con anterioridad. Los temas específicos de las extensiones pueden variar de año en año y depende en parte de los profesores y personal especializado que se logren traer para impartir seminarios o temas concretos. Temas típicos incluyen las técnicas avanzadas para visualización de datos en ciencia e ingeniería, programación de coprocesadores, optimización de procesos industriales, bioinformática, computación cuántica, etc. La asignatura tiene un carácter práctico y, aproximadamente, la mitad de las clases se hacen en aula informática donde usaremos el cluster Triqui. También usaremos Magerit, el superordenador del CeSViMa.

Temario

1. Introducción a la computación de alto rendimiento (HPC)
2. Optimización en arquitecturas secuenciales.
3. Introducción al paralelismo y arquitecturas paralelas
4. Programación paralela.
5. Aplicaciones y técnicas especializadas en HPC

Cronograma

Horas totales: 66 horas

Horas presenciales: 66 horas (42.3%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	Introducción. Arquitecturas secuenciales Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	Tema 1. Arquitecturas secuenciales. Perfilado y uso eficiente de la jerarquía de memoria. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas del Tema 1. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 3	Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Definición del Proyecto y asignación de temas de discusión en clase. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
Semana 4		Prácticas del Tema 1. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 1. Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 5	Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1. Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 6				Tema 1: Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 7	Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entregable: Definición y esquema breve del proyecto a realizar. Duración: 04:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 8		Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 2. Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 9	Tema 3. Programación paralela. HPF, OpenMP, OpenACC. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 3. Programación paralela. HPF, OpenMP, OpenACC. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

Semana 10	Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 3. Programación paralela. OpenMP, OpenACC. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 11		Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Tema 3. Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
Semana 12				Tema 2 y 3: Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Duración: 04:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 13	Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 14	Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 15	Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
Semana 16				Tema 4: Presentación del Proyecto de asignatura. Duración: 04:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 17				Examen Final - Teoría Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial Examen Final - Prácticas Duración: 01:30 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial Entregable Proyecto: Memoria final Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Tema 1: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	15%		CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39
7	Entregable: Definición y esquema breve del proyecto a realizar.	04:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	10%		CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39
12	Tema 2 y 3: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	04:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	15%		CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39
16	Tema 4: Presentación del Proyecto de asignatura.	04:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	30%		CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39
17	Examen Final - Teoría	01:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	50%	5 / 10	CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39
17	Examen Final - Prácticas	01:30	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	50%	5 / 10	CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39
17	Entregable Proyecto: Memoria final	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	30%		CG01, CG02, CG08, CE25, CE37, CE39

Criterios de Evaluación

El método de evaluación normal de la asignatura es el de evaluación continua. Conforme a la normativa UPM, se admite también el método de evaluación única para aquellos alumnos que así lo deseen. Para ello, deberán solicitarlo por escrito al coordinador de la asignatura, como es habitual, en un plazo no superior a 30 días tras el inicio de las clases.

Evaluación continua:

Para poder ser evaluado de manera continua se requiere una asistencia mínima del 60% a las actividades presenciales (clases teóricas, prácticas y seminarios) de la asignatura. Dado el carácter práctico de la asignatura, donde aproximadamente la mitad de las clases son prácticas, se valora más la asistencia a las clases prácticas que a las teóricas.

La calificación se obtendrá mediante pruebas orales, trabajos/proyectos e informes/memorias de los trabajos prácticos.

Las pruebas de evaluación continua son de dos tipos: pequeñas actividades de clase y un proyecto de asignatura.

Las actividades de clase se corresponden con presentaciones breves (10-15 min.) realizadas por una o dos personas y la consiguiente discusión del tema presentado por la clase. Los temas concretos de discusión se asignan durante las clases de la asignatura y también pueden ser propuestos por los estudiantes. Se considera muy positivo que el tema presentado levante el interés de la clase y sea discutido por todos. Del mismo modo, en caso contrario, no será posible obtener la máxima calificación en esta parte. Dichas presentaciones tendrán lugar en las clases establecidas al respecto aunque, dependiendo del número de estudiantes, el desarrollo del curso y siempre que esté acordado por los que realizarán la presentación, podrá realizarse durante otras clases. Habrá 2 de estas presentaciones, correspondientes a los Temas 1 y 2+3. Cada presentación pesa un 15% en la calificación final. Las transparencias usadas durante la presentación y el guión del tema aprobado durante la asignación en clase así como cualquier material que el grupo considere necesario para su correcta comprensión y evaluación se subirán a Moodle en la correspondiente entrega.

El proyecto de la asignatura también puede ser realizado individualmente o por un grupo de dos personas. El tema será asignado por el profesor o, previa discusión y aceptación del mismo, a propuesta del grupo. El proyecto tiene que estar definido durante las primeras semanas y en el día señalado por el cronograma (típicamente durante la semana 7) habrá que presentar

un escrito (de aproximadamente una o dos páginas de extensión) donde se especifica el tema, su objetivo y la razón por la que se propone. Normalmente, aunque no necesariamente, el tema del proyecto se corresponderá con un tema de aplicación. Este plan de proyecto será también presentado al resto de la clase por el grupo. La clase podrá sugerir cambios en el mismo e incluso, si se viese justificado, requerir cambios sustanciales y una nueva presentación frente a la clase. Esta presentación constituye un 10% de la calificación del curso. El desarrollo del mismo constituirá la entrega a realizar a final del curso, que consiste en una presentación frente a la clase, que se realizará durante los últimos días del curso y la correspondiente memoria escrita. La presentación se evalúa con un 30% de la nota y el trabajo entregado supondrá otro 30% de la calificación. La fecha límite de entrega coincidirá, en general, con la fecha del examen oficial de la asignatura para los estudiantes de evaluación única, no continua, que Jefatura de estudios publica anualmente. Lógicamente, la entrega de cada memoria también se puede realizar con anterioridad, una vez haya pasado la fase de definición de la misma. Se espera que los estudiantes desempeñen un papel activo durante la presentación en clase de los distintos trabajos y proyecto final, pudiendo así contribuir a la orientación y mejora de los mismos así como a la nota asignada.

Evaluación única: Acorde a la normativa de exámenes (artículo 20.2) de la universidad, se permite una evaluación única, no continua, para aquellos alumnos que así lo soliciten. Los alumnos que lo deseen deberán solicitarlo por escrito al coordinador de la asignatura en un plazo no superior a 30 días tras el inicio de las clases.

Esta evaluación consistirá en un examen de teoría y otro práctico con la implementación de algoritmos y la solución de problemas propuestos. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

Del mismo modo, acorde a la normativa de la universidad, se establece el **Examen Extraordinario de Julio:** una convocatoria extraordinaria que consiste igualmente en un examen de teoría y otro práctico. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
High Performance Cluster Computing. R. Buyya. Ed. Prentice Hall. 1999	Bibliografía	
Cluster Computing White Paper. M. Baker, et al. 2001.	Bibliografía	
Using MPI, Portable Parallel Programming with the Message Passing Interface. W. Gropp, E. Lusk, A. Skjellum. Ed. MIT Press. 1999	Bibliografía	
Message Passing Interface Forum http://www.mpi-forum.org/	Recursos web	
The High Performance Fortran Handbook. Scientific and Engineering Computation Series C.H. Koelbel et al. The MIT Press, 1994	Bibliografía	
UPC: Distributed Shared Memory Programming. T. El-Ghazawi et al. Wiley Series on Parallel and Distributed Computing, Wiley Interscience. 2005	Bibliografía	
Berkeley Unified Parallel C (UPC) Project. http://upc.lbl.gov	Recursos web	
Parallel Programming in OpenMP. R. Chandra et al. Ed. Morgan Kaufmann, 2001	Bibliografía	
OpenMP Forum http://openmp.org/	Recursos web	
OpenACC standard http://www.openacc-standard.org/	Bibliografía	
The Green Grid: http://www.thegreengrid.org	Recursos web	
Triqui: Cluster de 4 nodos con 8 cores cada uno. Linux.	Equipamiento	
Magerit: superordenador	Equipamiento	Superordenador. 4000 cores Power7 + 800 cores Intel. Ver www.cesvima.upm.es
http://www.personal.fi.upm.es/~vicente/tcc/tcc.html	Recursos web	Página web de la asignatura del plan anterior que generó esta. Contiene transparencias e información antiguas pero que pueden servir a título informativo. La documentación nueva se proporciona via Moodle.
Recursos adicionales	Otros	Recursos bibliográficos concretos, material de clase o webs adicionales para el tema de aplicaciones serán puestos a disposición de los estudiantes para cada tema concreto

Otra Información

Para poder acceder al superordenador Magerit, el estudiante deberá firmar la solicitud de cuentas en CeSViMa, lo que supone la aceptación de las condiciones de acceso y código de uso razonable requerido por el Centro.

Ver www.cesvima.upm.es.

Una descripción antigua y transparencias de entonces se puede encontrar en

<http://www.personal.fi.upm.es/~vicente/tcc/tcc.html>