



| Guía docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                         |           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                         | 2020/21   |
| Asignatura (*)        | Programación Paralela Avanzada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    | Código                  | 614473107 |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Computación de Altas Prestacións / High Performance Computing (Mod. Presencial)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                         |           |
| Descriptores          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                         |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Curso              | Tipo                    | Créditos  |
| Máster Oficial        | 2º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Primero            | Optativa                | 6         |
| Idioma                | CastellanoGallegoInglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                         |           |
| Modalidad docente     | Híbrida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                         |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                         |           |
| Departamento          | Departamento profesorado másterEnxeñaría de Computadores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                         |           |
| Coordinador/a         | Fraguela Rodriguez, Basilio Bernardo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correo electrónico | basilio.fraguela@udc.es |           |
| Profesorado           | Darriba López, Diego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correo electrónico | diego.darriba@udc.es    |           |
|                       | Fraguela Rodriguez, Basilio Bernardo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    | basilio.fraguela@udc.es |           |
| Web                   | aula.cesga.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                         |           |
| Descripción general   | <p>En esta materia se incrementarán los conocimientos de programación paralela adquiridos por los alumnos en el cuatrimestre anterior en las asignaturas "Programación paralela" y "Programación de arquitecturas heterogéneas". El objetivo será que los alumnos aprendan a optimizar códigos paralelos para grandes arquitecturas paralelas o supercomputadores actuales, usando como base para sus pruebas los recursos proporcionados por el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) y el Grupo de Arquitectura de Computadores (GAC) de la Universidade da Coruña (UDC).</p> <p>Se centrará en aquellos aspectos de las aplicaciones paralelas que suelen penalizar el rendimiento, como son las comunicaciones, el balanceo de carga, el acceso a memoria o el manejo de entrada/salida. También se abordará la computación multiplataforma que permita aprovechar el paralelismo a nivel de tareas entre varios aceleradores hardware, así como la computación híbrida donde una misma aplicación haga uso de varios paradigmas de programación paralela de cara a obtener un buen rendimiento en clústers de sistemas multinúcleo y/o aceleradores hardware.</p> |                    |                         |           |



|                      |                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plan de contingencia | 1. Modificaciones en los contenidos                                                                                                                                                 |
|                      | No habrá modificaciones de los contenidos.                                                                                                                                          |
|                      | 2. Metodologías                                                                                                                                                                     |
|                      | *Metodologías docentes que se mantienen                                                                                                                                             |
|                      | - Sesión magistral                                                                                                                                                                  |
|                      | - Prácticas de laboratorio                                                                                                                                                          |
|                      | - Trabajos tutelados                                                                                                                                                                |
|                      | *Metodologías docentes que se modifican                                                                                                                                             |
|                      | Ninguna                                                                                                                                                                             |
|                      | 3. Mecanismos de atención personalizada al alumnado                                                                                                                                 |
|                      | - Canal de Slack o Microsoft Teams de la materia : en cualquier momento durante el cuatrimestre                                                                                     |
|                      | - email: en cualquier momento durante el cuatrimestre                                                                                                                               |
|                      | - Aula Cesga: Durante todo el cuatrimestre para suministro de material y recogida de trabajos                                                                                       |
|                      | - Comunicación presencial y a distancia por jitsi o Microsoft Teams: Durante las clases tanto presenciales como remotas, tanto de sesión magistral como de prácticas de laboratorio |
|                      | 4. Modificaciones en la evaluación                                                                                                                                                  |
|                      | Ninguna. Seguirán pesando un 100% los trabajos académicamente dirigidos, valorándose exactamente de la misma forma.                                                                 |
|                      | *Observaciones de evaluación:                                                                                                                                                       |
|                      | Ninguna.                                                                                                                                                                            |
|                      | 5. Modificaciones de la bibliografía o webgrafía                                                                                                                                    |
|                      | Ninguna.                                                                                                                                                                            |

| Competencias del título |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                  | Competencias del título                                                                                                                                                         |
| A1                      | CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema                                                               |
| A2                      | CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado                                                                                                  |
| A4                      | CE4 - Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones                                 |
| A5                      | CE5 - Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes                                                                                            |
| A7                      | CE7 - Conocer las arquitecturas emergentes en el campo de la supercomputación                                                                                                   |
| B1                      | CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación |



|    |                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B2 | CB7 - 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 |
| B5 | CB10 - 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.                                                                    |
| B6 | CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo                                                                           |
| B9 | CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones                                                                                    |
| C1 | CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida                                              |

| Resultados de aprendizaje                                         |     |                         |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------|-----|
| Resultados de aprendizaje                                         |     | Competencias del título |     |
| Conocer optimizaciones avanzadas aplicables a programas paralelos | AP1 | BP1                     |     |
|                                                                   | AP2 | BP2                     |     |
|                                                                   | AP5 | BP5                     |     |
|                                                                   |     | BP6                     |     |
| Controlar la afinidad y el balanceo de carga                      |     | BP9                     | CP1 |
|                                                                   | AP5 | BP1                     |     |
|                                                                   |     | BP2                     |     |
|                                                                   |     | BP5                     |     |
| Optimizar comunicaciones en sistemas de memoria distribuida       |     | BP6                     | CP1 |
|                                                                   | AP2 | BP1                     |     |
|                                                                   | AP4 | BP2                     |     |
|                                                                   | AP5 | BP5                     |     |
| Realizar entrada/salida paralela                                  |     | BP6                     | CP1 |
|                                                                   | AP4 | BP1                     |     |
|                                                                   | AP5 | BP2                     |     |
|                                                                   |     | BP5                     |     |
| Programar sistemas con varios aceleradores hardware               |     | BP6                     | CP1 |
|                                                                   | AP4 | BP1                     |     |
|                                                                   | AP5 | BP2                     |     |
|                                                                   | AP7 | BP5                     |     |
| Programar sistemas con memoria compartida/distribuida             |     | BP6                     | CP1 |
|                                                                   | AP4 | BP1                     |     |
|                                                                   | AP5 | BP2                     |     |
|                                                                   | AP7 | BP5                     |     |
|                                                                   |     | BP6                     |     |
|                                                                   |     | BP9                     |     |

| Contenidos                                                  |         |
|-------------------------------------------------------------|---------|
| Tema                                                        | Subtema |
| 1- Técnicas avanzadas de optimización de códigos paralelos. | -       |
| 2- Control de afinidad y balanceo de carga.                 | -       |



|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| 3- Optimización de comunicacións en sistemas de memoria distribuída.     | - |
| 4- Entrada/salida paralela.                                              | - |
| 5- Programación híbrida para sistemas con varios aceleradores hardware.  | - |
| 6- Programación híbrida para sistemas de memoria compartida/distribuída. | - |

| Planificación                                                                                                                     |                                     |                    |                                           |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------|
| Metodoloxías / pruebas                                                                                                            | Competencias                        | Horas presenciales | Horas no presenciales / traballo autónomo | Horas totales |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                          | A2 A5 C1                            | 21                 | 63                                        | 84            |
| Trabaios tutelados                                                                                                                | A1 A2 A4 A5 A7 B1<br>B2 B5 B6 B9 C1 | 0                  | 45                                        | 45            |
| Sesión magistral                                                                                                                  | A1 A4 A7 B1                         | 20                 | 0                                         | 20            |
| Atención personalizada                                                                                                            |                                     | 1                  | 0                                         | 1             |
| (*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos |                                     |                    |                                           |               |

| Metodoloxías             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Prácticas de laboratorio | En estas clases se realizan tarefas dirixidas que permiten al alumno familiarizarse desde un punto de vista práctico con los contenidos expostos en las clases teóricas.                                                                                                                                  |
| Trabaios tutelados       | Realización de traballos en los que el alumno tiene que emplear los coñecimientos adquiridos para resolver distintos problemas de forma autónoma.                                                                                                                                                         |
| Sesión magistral         | Clases teóricas, en las que se expone el contenido de cada tema. El alumno dispondrá de todo el material necesario antes de la clase y el profesor promoverá una actitude activa, realizando preguntas que permitan aclarar aspectos concretos y deixando cuestións abertas para la reflexión del alumno. |

| Atención personalizada                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías                                   | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Trabaios tutelados<br>Prácticas de laboratorio | Tanto en las prácticas de laboratorio así como durante el desenvolvemento de los traballos tutelados, los estudantes podrán presentar cuestións, dúbidas, etc. El profesor/a, atendiendo a estas solicitudes, repasará conceptos, resolverá novos problemas o utilizará calquera actividade que considere adecuada para resolver las cuestións planteadas. |

| Evaluación         |                                     |                                                                       |              |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| Metodoloxías       | Competencias                        | Descrición                                                            | Calificación |
| Trabaios tutelados | A1 A2 A4 A5 A7 B1<br>B2 B5 B6 B9 C1 | Calidad del traballo y del progreso del alumno durante su realización | 100          |

| Observacións avaliación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| En las actividades de avaliación a distancia se les podrá requirir a los alumnos la aplicación de mecanismos que garanticen su identidade así como la autoría de los elementos avaliados presentados.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Todas las actividades de avaliación recogidas en esta guía conforman el proceso de avaliación continua de la asignatura. Ni las clases ni las actividades de avaliación requireren presencialidad del alumno. Esto, unido al feito de que todos los materiais de la asignatura están disponibles en la plataforma web de educación del título, favorece el traballo y la avaliación de los alumnos matriculados a tempo parcial y con dispensa académica de exención de docencia. |

| Fuentes de información |
|------------------------|
|------------------------|



|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Básica</b>         | - Using Advanced MPI: Modern Features of the Message-Passing Interface. 2014. W. Gropp, T. Hoefler, R. Thakur, E. Lusk. MIT Press- Using OpenMP: The Next Step: Affinity, Accelerators, Tasking, and SIMD (Scientific and Engineering Computation). 2017. R. van der Pas, E. Stotzer, C. Terboven . MIT Press- OpenCL Programming Guide. 2011. A. Munshi, B. Gaster, T. G. Mattson, J. Fung, D. Ginsburg. Addison-Wesley/Pearson Education- Using Advanced MPI: Modern Features of the Message-Passing Interface. 2014. W. Gropp, T. Hoefler, R. Thakur, E. Lusk. MIT Press- Using OpenMP: The Next Step: Affinity, Accelerators, Tasking, and SIMD (Scientific and Engineering Computation). 2017. R. van der Pas, E. Stotzer, C. Terboven . MIT Press- OpenCL Programming Guide. 2011. A. Munshi, B. Gaster, T. G. Mattson, J. Fung, D. Ginsburg. Addison-Wesley/Pearson Education |
| <b>Complementaria</b> | - Multi-core programming. 2006. S. Akhter e J. Roberts. Intel Press. - Professional CUDA C Programming. 2014. J. Cheng, M. Grossman, T. McKercher. Wross.- Multi-core programming. 2006. S. Akhter e J. Roberts. Intel Press. - Professional CUDA C Programming. 2014. J. Cheng, M. Grossman, T. McKercher. Wross.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Programación Paralela/614473102

Programación de Arquitecturas Heterogéneas/614473103

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

### Asignaturas que continúan el temario

Trabajo Fin de Máster/614473111

## Otros comentarios

Debido a la fuerte interrelación entre la parte teórica y la parte práctica, y a la progresividad en la presentación de conceptos muy relacionados entre sí en la parte teórica, es recomendable dedicar un tiempo de estudio o repaso diario. En esta materia se hará un uso intensivo de herramientas de comunicación on line: videoconferencia, correo electrónico, chat, etc.

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías