



## Guía Docente

| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|----------------------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    | 2020/21              |
| Asignatura (*)        | Ferramentas para HPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          | Código             | 614973105            |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Computación de Altas Prestacións / High Performance Computing (Mod. Virtual)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                    |                      |
| Descriptor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    |                      |
| Ciclo                 | Período                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Curso    | Tipo               | Créditos             |
| Mestrado Oficial      | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Primeiro | Optativa           | 6                    |
| Idioma                | Inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                    |                      |
| Modalidade docente    | Non presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |                    |                      |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    |                      |
| Departamento          | Departamento profesorado másterEnxeñaría de Computadores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |                    |                      |
| Coordinación          | Padron Gonzalez, Emilio Jose                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | Correo electrónico | emilio.padron@udc.es |
| Profesorado           | Andrade Canosa, Diego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          | Correo electrónico | diego.andrade@udc.es |
|                       | Padron Gonzalez, Emilio Jose                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |                    | emilio.padron@udc.es |
| Web                   | aula.cesga.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |                    |                      |
| Descrición xeral      | <p>O obxectivo desta materia é que o alumnado se familiarice cos tipos de aplicación máis comúns que son susceptibles de precisar a utilización de HPC, así como que coñezan as ferramentas e as implementacións existentes para cada unha delas, entendendo ademais os retos que hai que abordar para a súa paralelización e mellora do rendemento. Isto permitirá ao estudante adquirir un coñecemento xeral do mundo HPC e das súas diferentes aplicacións.</p> <p>Ademais, o alumno aprenderá que ferramentas ten á súa disposición para a caracterización do rendemento en contornos HPC, e como se poden empregar estas para abordar o proceso de paralelización e mellora do rendemento dunha aplicación nunha determinada plataforma. Isto permitiralle ao estudante ser capaz de analizar o rendemento esperable desa aplicación nese sistema, identificando ademais os puntos quentes sobre os que centrar os seus esforzos de optimización.</p> <p>Finalmente, o alumnado aprenderá que alternativas tecnolóxicas existen para despregar unha aplicación HPC de forma rápida e eficiente. Isto permitirá ao alumno ser capaz de distribuír aplicacións HPC de xeito sinxelo e eficaz en distintas contornos.</p> |          |                    |                      |
| Plan de continxencia  | <p>1. Modificacións nos contidos</p> <p>2. Metodoloxías</p> <p>*Metodoloxías docentes que se manteñen</p> <p>*Metodoloxías docentes que se modifican</p> <p>3. Mecanismos de atención personalizada ao alumnado</p> <p>4. Modificacións na avaliación</p> <p>*Observacións de avaliación:</p> <p>5. Modificacións da bibliografía ou webgrafía</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                    |                      |

## Competencias do título

| Código | Competencias do título                                                                                        |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A1     | CE1 - Definir, avaliar e seleccionar a arquitectura e o software máis axeitado para a resolución dun problema |
| A2     | CE2 - Analizar e mellorar o rendemento dunha arquitectura ou un software dado                                 |
| A3     | CE3 - Coñecer os conceptos e as técnicas básicas da computación de altas prestacións                          |



|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A4 | CE4 - Afondar no coñecemento de ferramentas de programación e diferentes linguaxes no campo da computación de altas prestacións                                                                                                                                                                    |
| A5 | CE5 - Analizar, deseñar e implementar algoritmos e aplicacións paralelas eficientes                                                                                                                                                                                                                |
| B1 | CB6 - Posuir e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenrolo e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación                                                                                                                         |
| B3 | CB8 - Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partires dunha información que, sendo incompleta o limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vencelladas á aplicación do seus coñecementos e xuízos |
| B4 | CB9 - Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades                                                                                                  |
| B6 | CG1 - Ser capaz de buscar e seleccionar a información útil necesaria para resolver problemas complexos, manexando con soltura as fontes bibliográficas do campo                                                                                                                                    |
| B8 | CG3 - Ser capaz de manter e estender plantexamentos teóricos fundados para permitir a introducción e explotación de tecnoloxías novas e avanzadas no campo                                                                                                                                         |
| B9 | CG4 - Ser capaz de planificar e realizar tarefas de investigación, desenrolo e innovación en ámbitos relacionados coa computación de altas prestacións                                                                                                                                             |
| C1 | CT1 -Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.                                                                                                               |
| C4 | CT4 - Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenrolo tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade                                                                                                                                                       |

| Resultados da aprendizaxe                                                                                            |  |                        |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|--------------------------|
| Resultados de aprendizaxe                                                                                            |  | Competencias do título |                          |
| O alumno coñecerá os principais tipos de aplicación existentes nos que se adoita aplicar técnicas de HPC.            |  | AP1<br>AP2             | BP1<br>BP6<br>CP1        |
| O alumno aprenderá a empregar ferramentas para caracterizar e representar o rendemento dunha aplicación.             |  | AP3<br>AP4             | BP3<br>BP9<br>CP4        |
| O alumno aprenderá a empregar ferramentas para a compilación, xeración e despregamento de software en contornos HPC. |  | AP3<br>AP5             | BP1<br>BP4<br>BP8<br>CP1 |

| Contidos                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temas                                                                                  | Subtemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Estudo dos principais tipos de aplicación HPC. Para cada tipo verase:                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descrición formal do problema.</li> <li>2. Retos para a súa paralelización e mellora do rendemento.</li> <li>3. Solucións existentes.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                |
| Ferramentas para a caracterización e representación do rendemento das aplicacións HPC. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de ferramentas para a caracterización do rendemento das aplicacións, tais como monitores software ou contadores hardware.</li> <li>2. Detección de puntos quentes sobre os que incidir no proceso de optimización.</li> <li>3. Aplicación de modelos do rendemento a este proceso.</li> <li>4. Ferramentas para a representación do rendemento dunha aplicación.</li> </ol> |
| Ferramentas para a compilación, xeración e despregamento de software HPC.              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proceso de compilación, optimización e xeración de código nun compilador.</li> <li>2. Optimización do código a través do compilador.</li> <li>3. Paralelización e vectorización automáticas.</li> <li>4. Ferramentas para a construción do software.</li> <li>5. Uso de contedores para facilitar o despregamento de aplicacións HPC.</li> </ol>                                |

| Planificación |
|---------------|
|---------------|



| Metodoloxías / probas                                                                                                    | Competencias   | Horas presenciais | Horas non presenciais / traballo autónomo | Horas totais |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------------------|--------------|
| Lecturas                                                                                                                 | A3 B1 C4       | 0                 | 23                                        | 23           |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                 | A1 A2 A4 A5 C1 | 4                 | 66                                        | 70           |
| Traballos tutelados                                                                                                      | B3 B4 B6 B8 B9 | 0                 | 54                                        | 54           |
| Proba mixta                                                                                                              | B4 B6          | 2                 | 0                                         | 2            |
| Atención personalizada                                                                                                   |                | 1                 | 0                                         | 1            |
| *Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado |                |                   |                                           |              |

| Metodoloxías             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Lecturas                 | Lectura de material didáctico, visionado de vídeos e consulta de material multimedia. Instrución programada a través de materiais docentes, especialmente deseñados para unha aprendizaxe autónoma e asíncrona, cun peso importante das referencias ás fontes documentais empregadas nos distintos contidos. |
| Prácticas de laboratorio | Realización de prácticas de forma autónoma con seguemento do profesorado, nas que se realizan tarefas dirixidas que permitan ao alumno familiarizarse desde un punto de vista práctico cos contidos expostos nas clases teóricas.                                                                            |
| Traballos tutelados      | Realización de traballos, nos que o alumno ten que empregar os coñecementos adquiridos para resolver distintos problemas de forma autónoma.                                                                                                                                                                  |
| Proba mixta              | Proba escrita na que o alumno ten que amosar que adquiriu as competencias propias da materia a través da resposta a preguntas teóricas e da resolución de problemas.                                                                                                                                         |

| Atención personalizada                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías                                    | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Prácticas de laboratorio<br>Traballos tutelados | A atención personalizada estará garantida na realización das prácticas de laboratorio e dos traballos tutelados, sendo imprescindible para dirixir os alumnos no desenvolvemento do seu traballo. Esta atención personalizada serve, ademais, para validar e avaliar o traballo realizado polos alumnos nas distintas fases do desenvolvemento, ata a súa finalización.<br><br>Por outra banda, recoméndase aos alumnos o aproveitamento das horas de tutoría individual como axuda complementaria. |

| Avaliación          |                |                                                                                                                                                                       |               |
|---------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Metodoloxías        | Competencias   | Descrición                                                                                                                                                            | Cualificación |
| Proba mixta         | B4 B6          | Proba escrita na que o alumno ten que amosar que adquiriu as competencias propias da asignatura a través da reposta a preguntas teóricas e a resolución de problemas. | 30            |
| Traballos tutelados | B3 B4 B6 B8 B9 | Realización de traballos, nos que o alumno ten que empregar os coñecementos adquiridos para resolver distintos problemas de forma autónoma.                           | 70            |

| Observacións avaliación |
|-------------------------|
|                         |

| Fontes de información |
|-----------------------|
|                       |



|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bibliografía básica</b>         | [1] Computer Architecture: A Quantitative Approach (5th or 6th Ed.). John L. Hennessy, David A. Patterson. Morgan Kaufmann. ISBN 978-0123838728 (5th Ed. 2011) 978-0128119051 (6th Ed. 2017)[2] Performance Tuning of Scientific Applications. David H. Bailey, Robert F. Lucas, Samuel Williams. CRC Press. ISBN 978-1439815694[1] Computer Architecture: A Quantitative Approach (5th or 6th Ed.). John L. Hennessy, David A. Patterson. Morgan Kaufmann. ISBN 978-0123838728 (5th Ed. 2011) 978-0128119051 (6th Ed. 2017)[2] Performance Tuning of Scientific Applications. David H. Bailey, Robert F. Lucas, Samuel Williams. CRC Press. ISBN 978-1439815694                                                                                                                                                 |
| <b>Bibliografía complementaria</b> | [3] Intel® C++ Compiler Developer Guide and Reference <a href="https://software.intel.com/cpp-compiler-developer-guide-and-reference">https://software.intel.com/cpp-compiler-developer-guide-and-reference</a> [4] A Guide to Vectorization with Intel® C++ Compilers <a href="https://software.intel.com/sites/default/files/m/4/8/8/2/a/31848-CompilerAutovectorizationGuide.pdf">https://software.intel.com/sites/default/files/m/4/8/8/2/a/31848-CompilerAutovectorizationGuide.pdf</a> [5] Intel® VTune? Amplifier Help <a href="https://software.intel.com/en-us/vtune-amplifier-help">https://software.intel.com/en-us/vtune-amplifier-help</a> [6] Free Software Foundation, Inc.: Using the GNU Compiler Collection (GCC). <a href="https://gcc.gnu.org/onlinedocs">https://gcc.gnu.org/onlinedocs</a> |

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Programación Paralela/614473102

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

### Materias que continúan o temario

## Observacións

Debido á forte interrelación entre a parte teórica e a parte práctica, e á progresividade na presentación de conceptos moi relacionados entre si na parte teórica, é recomendable dedicar un tempo de estudo ou repaso diario. Nesta materia farase un uso intensivo de ferramentas de comunicación en liña: videoconferencia, correo-e, chat, etc.

(\*)A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías