



| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|----------------------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          | 2020/21            |                      |
| Asignatura (*)        | Ferramentas para HPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          | Código             | 614473105            |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Computación de Altas Prestacións / High Performance Computing (Mod. Presencial)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |                    |                      |
| Descriptor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    |                      |
| Ciclo                 | Período                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Curso    | Tipo               | Créditos             |
| Mestrado Oficial      | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Primeiro | Optativa           | 6                    |
| Idioma                | Inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                    |                      |
| Modalidade docente    | Híbrida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |                    |                      |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                    |                      |
| Departamento          | Enxeñaría 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 | 1. Modificacións nos contidos                                                                                                                            |
|                      | - Non                                                                                                                                                    |
|                      | 2. Metodoloxías                                                                                                                                          |
|                      | *Metodoloxías docentes que se manteñen                                                                                                                   |
|                      | - As metodoloxías docentes que se empregan nesta materia se manteñen, pero pasando dunha modalidade docente «híbrida» a unha modalidade «Non presencial» |
|                      | *Metodoloxías docentes que se modifican                                                                                                                  |
|                      | - Ningunha, só se modifica a modalidade docente na que se imparten: híbrida -> non presencial.                                                           |
|                      | 3. Mecanismos de atención personalizada ao alumnado                                                                                                      |
|                      | - Os mesmos, simplemente restrinxindo a comunicacións co alumnado ao correo electrónico e a ferramenta Teams da UDC.                                     |
|                      | 4. Modificacións na avaliación                                                                                                                           |
|                      | - Ningunha, a avaliación desta materia xa se está a facer en liña para as probas síncronas.                                                              |
|                      | 5. Modificacións da bibliografía ou webgrafía                                                                                                            |
|                      | - Ningunha                                                                                                                                               |

| 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 rendimento 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 desenvolvemento 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 partir dunha información que, sendo incompleta o limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vencelladas á aplicación dos 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, desenvolvemento 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 desenvolvemento 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:                  | 1. Descrición formal do problema.<br>2. Retos para a súa paralelización e mellora do rendemento.<br>3. Solucións existentes.                                                                                                                                                                                                                          |
| Ferramentas para a caracterización e representación do rendemento das aplicacións HPC. | 1. Uso de ferramentas para a caracterización do rendemento das aplicacións, tais como monitores software ou contadores hardware.<br>2. Detección de puntos quentes sobre os que incidir no proceso de optimización.<br>3. Aplicación de modelos do rendemento a este proceso.<br>4. Ferramentas para a representación do rendemento dunha aplicación. |
| Ferramentas para a compilación, xeración e despregamento de software HPC.              | 1. Proceso de compilación, optimización e xeración de código nun compilador.<br>2. Optimización do código a través do compilador.<br>3. Paralelización e vectorización automáticas.<br>4. Ferramentas para a construción do software.<br>5. Uso de contadores para facilitar o despregamento de aplicacións HPC.                                      |

| Planificación                                                                                                            |                |                   |                                           |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas                                                                                                    | Competencias   | Horas presenciais | Horas non presenciais / traballo autónomo | Horas totais |
| Sesión maxistral                                                                                                         | A3 B1 C4       | 23                | 0                                         | 23           |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                 | A1 A2 A4 A5 C1 | 18                | 52                                        | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sesión maxistral         | Clases teóricas, nas que se expón o contido de cada tema. O alumno disporá de todo o material preciso con anterioridade á clase e o profesor promoverá unha actitude activa, realizando preguntas que permitan clarear aspectos concretos e deixando cuestións abertas para a reflexión do alumno. |
| Prácticas de laboratorio | Clases prácticas no laboratorio, 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