

# Guía docente

## 270423 - CAP - Computación de Altas Prestaciones

Última modificación: 10/07/2024

**Unidad responsable:** Facultad de Informática de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 701 - DAC - Departamento de Arquitectura de Computadores.  
**Titulación:** GRADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL (Plan 2021). (Asignatura obligatoria).  
**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Catalán

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** JOSEP LLUÍS BERRAL GARCÍA  
**Otros:** Primer quadrimestre:  
JOSEP LLUÍS BERRAL GARCÍA - 11, 12  
JORDI TORRES VIÑALS - 11, 12

### CAPACIDADES PREVIAS

---

Haber cursado las asignaturas de Fundamentos de Computadores, así como Paralelismo y Sistemas Distribuidos.

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

#### Específicas:

CE05. Analizar y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.  
CE06. Identificar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Operativos y diseñar e implementar aplicaciones basadas en sus servicios.  
CE07. Interpretar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.  
CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.  
CE11. Identificar y aplicar los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.  
CE19. Utilizar los sistemas de computación actuales, incluidos sistemas de alto rendimiento, para el proceso de grandes volúmenes de datos desde el conocimiento de su estructura, funcionamiento y particularidades.

#### Genéricas:

CG1. Concebir, redactar, organizar, planificar y desarrollar proyectos en el ámbito de la inteligencia artificial.  
CG3. Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas en el ámbito de la inteligencia artificial.  
CG9. Afrontar nuevos retos con una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Inteligencia Artificial. Desarrollar la actividad aplicando criterios de calidad y mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Adaptarse a los cambios organizativos o tecnológicos. Trabajar en situaciones de carencia de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

#### Transversales:

CT2. Sostenibilidad y Compromiso Social. Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.  
CT3. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.  
CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.



#### Básicas:

CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso se basa en sesiones de teoría y laboratorio presenciales. Las sesiones teóricas combinan clases magistrales y seminarios de expertos en el ámbito, siguiendo el programa expuesto en este plan de estudios y basadas en el uso de material propio. Durante las sesiones se promueve el diálogo y la discusión para anticipar y consolidar los resultados de aprendizaje de la asignatura.

Las sesiones de laboratorio tratan los aspectos relacionados con las diferentes tecnologías presentadas, y siguen los mismos temas del plan de estudios. Son sesiones prácticas en forma de Hands-On, utilizando diferentes recursos computacionales en el Departamento de Arquitectura de Computadores y en el Barcelona Supercomputing Center.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Entender el uso de la computación de altas prestaciones y middleware para la inteligencia artificial
2. Conocer los componentes básicos de hardware y middleware en plataformas de altas prestaciones
3. Aprender sobre el uso de aceleradores (e.g. GPUs) y herramientas para su explotación
4. Aprender conceptos de virtualización y usos de las máquinas virtuales
5. Familiarizarse con las herramientas básicas para la explotación de sistemas distribuidos, con modelos de programación orientados a la distribución
6. Conocer los conceptos básicos de sistemas distribuidos: interconexión y comunicaciones entre sistemas.
7. Aprender sobre sistemas de ficheros: uso básico de los sistemas de ficheros, sistemas en de discos redundantes, volúmenes lógicos, tolerancia a fallos.
8. Descubrir los retos en la computación de altas prestaciones en inteligencia artificial

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo                       | Horas | Porcentaje |
|----------------------------|-------|------------|
| Horas aprendizaje autónomo | 90,0  | 60.00      |
| Horas grupo grande         | 30,0  | 20.00      |
| Horas grupo pequeño        | 30,0  | 20.00      |

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Introducción a los sistemas de Computación de Altas Prestaciones

**Descripción:**

Introducción a los sistemas de computación de gran escala, especializados y la nube.

### Aceleradores y dispositivos de altas prestaciones

**Descripción:**

Incorporación de aceleradores (e.g. GPUs) y herramientas para su explotación. Operaciones con matrices aceleradas mediante dispositivos especializados.



### Middleware y plataformas de altas prestaciones para la inteligencia artificial

**Descripción:**

Componentes básicos de hardware y middleware en plataformas de altas prestaciones. Uso de herramientas del estado del arte y la industria (e.g. TensorFlow, Pytorch, etc.) combinado con dispositivos especializados.

### Paralelismo aplicado a la inteligencia artificial

**Descripción:**

Paralelismo en computación de altas prestaciones y su interacción con los middlewares más extendidos en aplicaciones de inteligencia artificial, aprendizaje profundo y transformers, y sus técnicas asociadas.

### Introducción a modelos distribuidos para Big Data

**Descripción:**

Introducción a modelos Map-Reduce sobre sistemas de datos distribuidos y lenguaje Scala.

### Concepto de virtualización y containerización

**Descripción:**

Introducción al uso de máquinas virtuales y containerización, para ejecuciones aisladas y personalización de entornos, así como migración de carga y gestión de recursos en sistemas compartidos.

### Sistemas de ficheros locales y distribuidos, redundancia y disponibilidad

**Descripción:**

Uso básico de los sistemas de ficheros, así como sistemas de almacenamiento distribuido, volúmenes lógicos, redundancia, tolerancia a fallos y alta disponibilidad.

### Computación en sistemas distribuidos

**Descripción:**

Conceptos básicos de sistemas distribuidos (e.g. Hadoop y Spark), interconexión y comunicaciones, paradigmas de los sistemas distribuidos y protocolos, tolerancia a fallos. Herramientas básicas para la explotación de concurrencia en sistemas distribuidos, y sus modelos de programación orientados a inteligencia artificial y el proceso masivo de datos.

### Retos de la computación de altas prestaciones para la inteligencia artificial

**Descripción:**

Retos de presente y futuro de la computación de altas prestaciones aplicada a la inteligencia artificial. Herramientas y entornos actuales en la industria, la nube, la academia y la sociedad.



## ACTIVIDADES

### Conceptos de virtualización y containerización

**Descripción:**

Introducción al uso de máquinas virtuales y containerización, para la ejecución aislada y personalizada de entornos, así como migración de carga y gestión de recursos a sistemas compartidos.

**Objetivos específicos:**

4

**Competencias relacionadas:**

CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CE05. Analizar y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.

CE06. Identificar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Operativos y diseñar e implementar aplicaciones basadas en sus servicios.

CG3. Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas en el ámbito de la inteligencia artificial.

CT2. Sostenibilidad y Compromiso Social. Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

**Dedicación:** 20h

Aprendizaje autónomo: 12h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

### Arquitectura de Servicios y Aplicaciones

**Descripción:**

Introducción a los modelos Cliente-Servidor, sistemas de gestión de ejecución, y lanzamiento de aplicaciones en sistemas clúster y Cloud.

**Dedicación:** 10h

Aprendizaje autónomo: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h



## Supercomputación y Computación de Altas Prestaciones

### Descripción:

Supercomputadores y Computación de Altas Prestaciones, herramientas y entornos. Familiarización con las instalaciones HPC, hand-on en uso de sistemas HPC y lenguaje C.

### Objetivos específicos:

2

### Competencias relacionadas:

CE05. Analizar y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.  
CE19. Utilizar los sistemas de computación actuales, incluidos sistemas de alto rendimiento, para el proceso de grandes volúmenes de datos desde el conocimiento de su estructura, funcionamiento y particularidades.

CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CG9. Afrontar nuevos retos con una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Inteligencia Artificial. Desarrollar la actividad aplicando criterios de calidad y mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Adaptarse a los cambios organizativos o tecnológicos. Trabajar en situaciones de carencia de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT2. Sostenibilidad y Compromiso Social. Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

### Dedicación: 13h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

## Aceleradores, supercomputadores y dispositivos de altas prestaciones

### Descripción:

Aceleradores y dispositivos de altas prestaciones. GPUs y dispositivos aceleradores. Multiplicación de matrices usando GPUs. Introducción a Python en un supercomputador.

### Objetivos específicos:

3

### Competencias relacionadas:

CE19. Utilizar los sistemas de computación actuales, incluidos sistemas de alto rendimiento, para el proceso de grandes volúmenes de datos desde el conocimiento de su estructura, funcionamiento y particularidades.

CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CG3. Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas en el ámbito de la inteligencia artificial.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

### Dedicación: 13h

Aprendizaje autónomo: 9h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h



## Computación en sistemas distribuidos

### Descripción:

Conceptos básicos de sistemas distribuidos (e.g. Hadoop y Spark), interconexión y comunicaciones, paradigmas de sistemas distribuidos y protocolos, y tolerancia a fallos. Herramientas básicas para la explotación de concurrencia en sistemas distribuidos, y sus modelos de programación orientados a la inteligencia artificial y al proceso masivo de datos.

### Objetivos específicos:

5, 6

### Competencias relacionadas:

CE07. Interpretar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.

CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CE11. Identificar y aplicar los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.

CG3. Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas en el ámbito de la inteligencia artificial.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

CT3. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

### Dedicación: 20h

Aprendizaje autónomo: 12h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

## Herramientas y entornos actuales en la industria, la nube, la academia y la sociedad.

### Descripción:

Herramientas y entornos actuales en la industria, la nube, la academia y la sociedad.

### Objetivos específicos:

8

### Competencias relacionadas:

CG1. Concebir, redactar, organizar, planificar y desarrollar proyectos en el ámbito de la inteligencia artificial.

CG9. Afrontar nuevos retos con una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Inteligencia Artificial. Desarrollar la actividad aplicando criterios de calidad y mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Adaptarse a los cambios organizativos o tecnológicos. Trabajar en situaciones de carencia de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT2. Sostenibilidad y Compromiso Social. Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

CT3. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

### Dedicación: 10h

Aprendizaje autónomo: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h



## Sistemas de archivos locales y distribuidos, redundancia y disponibilidad

### Descripción:

Usos básicos de sistemas de archivos, así como a los sistemas de almacenamiento distribuido de datos, volúmenes lógicos, redundancia, tolerancia a fallos y alta disponibilidad.

### Objetivos específicos:

7

### Competencias relacionadas:

CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CE07. Interpretar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.

CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CE06. Identificar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Operativos y diseñar e implementar aplicaciones basadas en sus servicios.

CG3. Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas en el ámbito de la inteligencia artificial.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

### Dedicación: 10h

Aprendizaje autónomo: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h



## Paralelismo aplicado a la inteligencia artificial

### Descripción:

Paralelismo aplicado a la inteligencia artificial. Escalabilidad, técnicas avanzadas de deep learning, transformers y futuro de Deep Learning.

### Objetivos específicos:

1, 2

### Competencias relacionadas:

CE05. Analizar y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.

CE19. Utilizar los sistemas de computación actuales, incluidos sistemas de alto rendimiento, para el proceso de grandes volúmenes de datos desde el conocimiento de su estructura, funcionamiento y particularidades.

CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CG1. Concebir, redactar, organizar, planificar y desarrollar proyectos en el ámbito de la inteligencia artificial.

CG9. Afrontar nuevos retos con una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Inteligencia Artificial. Desarrollar la actividad aplicando criterios de calidad y mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional.

Adaptarse a los cambios organizativos o tecnológicos. Trabajar en situaciones de carencia de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

CT2. Sostenibilidad y Compromiso Social. Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

CT3. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

### Dedicación: 20h

Aprendizaje autónomo: 12h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h



## Middleware y plataformas de altas prestaciones para la inteligencia artificial

### Descripción:

Middleware y plataformas de altas prestaciones para la inteligencia artificial. TensorFlow/Pytorch, Deep Learning, LLMs y HPC.

### Objetivos específicos:

1

### Competencias relacionadas:

CE19. Utilizar los sistemas de computación actuales, incluidos sistemas de alto rendimiento, para el proceso de grandes volúmenes de datos desde el conocimiento de su estructura, funcionamiento y particularidades.

CG1. Concebir, redactar, organizar, planificar y desarrollar proyectos en el ámbito de la inteligencia artificial.

CG9. Afrontar nuevos retos con una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Inteligencia Artificial. Desarrollar la actividad aplicando criterios de calidad y mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Adaptarse a los cambios organizativos o tecnológicos. Trabajar en situaciones de carencia de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

CT3. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

### Dedicación: 12h

Aprendizaje autónomo: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

## Retos presentes y futuros de la computación de altas prestaciones aplicadas a la inteligencia artificial. Seminarios HPC

### Descripción:

Seminarios de expertos en la materia. Presentación de trabajos.

### Objetivos específicos:

1, 5, 8

### Competencias relacionadas:

CE07. Interpretar las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.

CE19. Utilizar los sistemas de computación actuales, incluidos sistemas de alto rendimiento, para el proceso de grandes volúmenes de datos desde el conocimiento de su estructura, funcionamiento y particularidades.

CE08. Detectar las características, funcionalidades y componentes de los gestores de datos, que permitan su adecuado uso en flujos de información, y el diseño, análisis e implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CE11. Identificar y aplicar los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.

CG1. Concebir, redactar, organizar, planificar y desarrollar proyectos en el ámbito de la inteligencia artificial.

CG3. Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas en el ámbito de la inteligencia artificial.

CG9. Afrontar nuevos retos con una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Inteligencia Artificial. Desarrollar la actividad aplicando criterios de calidad y mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional.

Adaptarse a los cambios organizativos o tecnológicos. Trabajar en situaciones de carencia de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

CT2. Sostenibilidad y Compromiso Social. Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

CT3. Comunicación eficaz oral y escrita. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.

### Dedicación: 22h

Aprendizaje autónomo: 12h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación se fundamentará básicamente en la realización de trabajos de forma continua durante las distintas sesiones del curso. La asistencia y la participación serán obligatorias, y por tanto también se evaluarán pasando lista y requiriendo la participación en las sesiones interactivas. Finalmente, habrá un trabajo de investigación a lo largo de la asignatura, que los estudiantes tendrán que presentar ante sus compañeros.

La distribución de los pesos de cada actividad es la correspondiente:

- AS: asistencia a clase, teoría y laboratorios (10%), que servirá para evaluar la competencia transversal CT3.
- PR: participación en clase (10%)
- EX: ejercicios de laboratorio (65%), como media aritmética de las prácticas de laboratorio.
- RE: presentación de trabajo de investigación (15%), que servirá para evaluar las competencias transversales CT2, CT3 y CT6.

La Nota Final (NF) de la asignatura se obtiene a partir de

$$NF = 0.10 \times AS + 0.10 \times PR + 0.65 \times EX + 0.10 \times RE$$



## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Torres, Jordi. First contact with Deep learning : practical introduction with Keras. Barcelona: Kindle Direct Publishing, [2018]. ISBN 9781983211553.
- Zhang, Aston and Lipton, Zachary C. and Li, Mu and Smola, Alexander J.. Dive into Deep Learning [en línea]. [Berkeley]: The authors, 2020 [Consulta: 11/04/2025]. Disponible a: [https://discovery.upc.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma991001710129706711&context=U&vid=34CSUC\\_UPC:VU1&lang=ca](https://discovery.upc.edu/discovery/fulldisplay?docid=alma991001710129706711&context=U&vid=34CSUC_UPC:VU1&lang=ca).
- Sterling, Thomas; Anderson, Matthew; Brodowicz, Maciej. High performance computing : modern systems and practices. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann, [2018]. ISBN 9780124201583.
- Chambers, B.; Zaharia, M. Spark: the definitive guide: big data processing made simple. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2018. ISBN 9781491912300.
- White, Tom. Hadoop : the definitive guide. 4th ed. Sebastopol, Calif: O'Reilly, 2015. ISBN 9781491901632.
- Torres, J. La inteligencia artificial explicada a los humanos. Barcelona: Plataforma Editorial, 2023. ISBN 9788419655561.

### Complementaria:

- Barcelona Supercomputing Center. BSC documentation about Marenostrum 4 and CTE-Power. 2023.