

# Guia docent

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

Última modificació: 19/04/2022

**Unitat responsable:** Facultat de Matemàtiques i Estadística  
**Unitat que imparteix:** 751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental.  
**Titulació:** GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
**Curs:** 2022      **Crèdits ECTS:** 7.5      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
**Altres:** Segon quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - M-A, M-B  
ABEL GARGALLO PEIRO - M-A, M-B  
ESTHER SALA LARDIES - M-A, M-B

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

- CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
- CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
- CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

- CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
- CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
- CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
- CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
- CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
- CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
- CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

#### Transversals:

- APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

## METODOLOGIES DOCENTS

Les 5 hores de classe setmanals es divideixen en 3 hores a aula convencional i 2 hores a aula d'ordinadors. Generalment, els conceptes teòrics es presenten i desenvolupen a l'aula convencional. A l'aula d'ordinadors es fan majoritàriament exemples d'implementació i ús dels mètodes numèrics, i exemples d'aplicació en ciències i enginyeria. També es realitza el seguiment de l'evolució dels exercicis pràctics proposats.

Tota la informació referent a la organització i seguiment de l'assignatura, i tot el material docent es publica a la intranet docent.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'assignatura té dos objectius principals: (1) donar una idea global del paper dels mètodes numèrics en la resolució de problemes habituals a les matemàtiques, la física i l'enginyeria, i (2) proporcionar un sòlida base en la resolució numèrica dels problemes d'àlgebra lineal.

L'alumne ha d'adquirir capacitats per:

- Conèixer i entendre les possibilitats, i les limitacions, dels mètodes numèrics per a la resolució de problemes de la matemàtica i d'altres disciplines
- Conèixer i entendre les tècniques numèriques bàsiques per a resolució de sistemes d'equacions lineals i problemes d'autovalors.
- Seleccionar i utilitzar un mètode numèric apropiat per a la resolució d'un problema concret, identificant-ne els avantatges i inconvenients
- Codificar mètodes numèrics de forma eficient en un llenguatge de programació (Matlab o Python)
- Analitzar críticament els resultats obtinguts (precisió en el resultat d'interès, adequació del mètode numèric i del model matemàtic, interpretació dels resultats)
- Presentar els resultats de forma clara i concisa.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	105,0	56.00
Hores grup petit	30,0	16.00
Hores grup gran	45,0	24.00
Hores activitats dirigides	7,5	4.00

**Dedicació total:** 187.5 h

## CONTINGUTS

### Sistemes d'equacions lineals: mètodes directes

#### Descripció:

- Conceptes bàsics (simetria, definició positiva, ortogonalitat)
- Sistemes amb solució immediata (matrius diagonals D i triangulars L, U)
- Mètodes d'eliminació gaussiana, aplicació al càlcul del determinant
- Mètodes de factorització: LU, Cholesky (LLT), versions generalitzades (LDU, LDLT)
- Emplenat (fill-in) en mètodes de factorització i renumeradors.
- Mètodes d'ortogonalització (QR)
- Sistemes sobredeterminats
- Aplicacions: difusió de calor, ajust per mínims quadrats, minimització de funcions quadràtiques, etc

#### Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 15h

Grup petit/Laboratori: 10h



### Aritmètica finita i precisió

**Descripció:**

- Aritmètica exacta i aritmètica finita
- Errors d'arrodoniment, inherents i de truncament
- Error absolut i error relatiu. Xifres significatives correctes.
- Propagació d'errors.
- Número de condició d'una matriu.
- Desastres deguts a errors de càlcul.

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

### Càlcul de valors propis i valors singulars

**Descripció:**

- Conceptes bàsics de problemes de valors propis (problema estàndar i generalitzat, deflació, traslació i quocient de Rayleigh)
- Mètodes de la potència (directa i inversa)
- Decomposició en valors singulars.
- Exemples d'aplicació: càlcul de freqüències pròpies i resonància, compressió d'imatges, etc.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 12h

Grup petit/Laboratori: 8h

### Sistemes d'equacions lineals: mètodes iteratius

**Descripció:**

- Mètodes iteratius estacionaris (Jacobi, Gauss-Seidel, etc)
- Mètode dels gradients conjugats
- Precondicionadors

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 12h

Grup petit/Laboratori: 8h

### Introducció a l'ús de mètodes numèrics i aplicacions

**Descripció:**

- Introducció a eines disponibles a codis comercials o lliures per a la solució numèrica de problemes que no poden ser resolts anàticament o tenen solució massa costosa.
- Mètodes numèrics intuïtius per aproximació d'integrals, zeros de funcions, etc.
- Control de la precisió en el resultat i fiabilitat.

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h



## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

L'assignatura s'avalua mitjançant exàmens (E) i exercicis proposats a classe (A), amb una mitjana ponderada

$$NF = 0.9E + 0.1A$$

on la nota d'exàmens es calcula com  $E = \max(0.3 EP + 0.7 EF, EF)$  amb un examen parcial (EP) i un examen final (EF).

A la convocatòria extraordinària E és el mínim entre 7 i la nota de l'examen extraordinari.

L'entrega dels exercicis no és obligatòria. Només s'avaluaran els exercicis entregats en les dates fixades.

En qualsevol cas, és molt recomenable fer tots els exercicis proposats, ja que algunes preguntes dels exàmens poden estar inspirades en ells o requerir desenvolupaments similars.

Els exàmens es realitzen a aules d'ordinadors, tot i que gran part de l'exàmen generalment no ho requereix.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Golub, G.H.; Van Loan, C.F. Matrix computations. 4th ed. The Johns Hopkins University Press, 2013. ISBN 9781421407944.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave [en línia]. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-32613-8>. ISBN 9783642124297.
- Trefethen, Lloyd N; Bau, David. Numerical linear algebra. Philadelphia: SIAM, 1997. ISBN 0898713617.

### Complementària:

- Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN 0201601303.
- Press, W.H. et al. Numerical recipes: the art of scientific computing. 3rd ed. Cambridge: Cambridge university, 2007.