

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
751 - DECA - Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental  
Curs: 2019  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: SONIA FERNANDEZ MENDEZ  
Altres: Primer quadrimestre:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - M-A, M-B  
ABEL GARGALLO PEIRO - M-A, M-B  
ESTHER SALA LARDIES - M-A, M-B

### Horari d'atenció

Horari: S'anunciarà a l'inici del curs.

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal numèrica  
Programació  
Càlcul diferencial i integral

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

1. 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.
2. 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.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

#### Genèriques:

5. 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.
6. 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.
7. 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'indole social, científica o ètica.
8. 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.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

10. 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.

11. 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.

12. 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:

4. APRENTATGE 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

L'activitat docent s'articula en cinc hores setmanals, de les quals tres es realitzen en aula convencional, i dues es realitzen en aules informàtiques.

Les classes en aula convencional se centren en els desenvolupaments i presentacions més teòriques, encara que sempre motivats per les aplicacions. També es fan les correccions dels problemes i exercicis proposats.

Les classes en aula informàtica se centren en la codificació i utilització dels mètodes numèrics, i en la il·lustració de l'aplicació de les tècniques numèriques en l'enginyeria computacional. També es realitza el seguiment de l'evolució dels treballs pràctics proposats.

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

### Objectius d'aprenentatge 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 la matemàtica, la física i l'enginyeria, i (2) proporcionar una sòlida base en la resolució numèrica dels problemes de càlcul numèric, complementant la formació rebuda a l'assignatura Àlgebra Lineal Numèrica.

L'estudiant 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, la física i l'enginyeria
- Entendre la necessitat d'assegurar la qualitat del resultat d'interès, i ser capaç de controlar l'error en la solució numèrica
- Conèixer i entendre les tècniques numèriques bàsiques per a càlcul de zeros de funcions i resolució de sistemes no lineals, així com les tècniques més habituals d'aproximació de funcions i integració numèrica.
- Conèixer els fonaments i entendre els conceptes bàsics de la resolució numèrica d'equacions diferencials.
- 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 / Octave).
- 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.



## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h 30m	Hores grup gran:	45h	24.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	112h 30m	60.00%

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Continguts

<p>1. Zeros de funcions</p>	<p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 13h 30m</p>
<p>Descripció: Plantejament general d'un esquema iteratiu. Mètodes de la bisecció, de la secant i de Newton. Consistència i convergència (ordre i velocitat). Anàlisi de la convergència dels mètodes d'iteració funcional, aplicació a l'anàlisi del mètode de Newton. Mètodes híbrids. Efecte dels errors d'arrodoniment en un esquema iteratiu.</p>	
<p>2. Sistemes d'equacions no lineals</p>	<p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 13h 30m</p>
<p>Descripció: Introducció. Problemes no lineals en física i enginyeria. Mètode de Newton. Convergència del mètode de Newton. Derivació numèrica per a l'aproximació de la matriu jacobiana. Introducció als mètodes quasi-Newton. Mètode de Broyden.</p>	
<p>3. Aproximació funcional</p>	<p>Dedicació: 47h</p> <p>Grup gran/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 27h</p>
<p>Descripció: Plantejament general: motivació, tipus i criteris d'aproximació. Interpolació polinòmica: teorema fonamental de l'àlgebra, existència i unicitat de solució. Interpolació de Lagrange. Fenòmen de Runge. Interpolació seccional (splines): caracterització com a espai vectorial, splines lineal C0, cúbic C1, cúbic C2 i natural. Propietats de convergència i adaptativitat. Aproximació per mínims quadrats: plantejament general i equacions normals per a espais vectorials, propietat d'ortogonalitat. Malcondicionament de les equacions normals. Famílies de polinomis ortogonals: plantejament i propietats.</p>	

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

<p>4. Integració numèrica</p>	<p>Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 6h Aprentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció: Plantejament general i ordre d'una quadratura. Quadratures de Newton-Cotes: deducció del mètode del trapezi i del mètode de Simpson, fórmula de l'error per a punts equiespaiats. Quadratures de Gauss: deducció de les quadratures, famílies més populars. Fórmules compostes. Convergència i quadratures adaptatives. Integració múltiple.</p>	
<p>5. Introducció als mètodes numèrics per a equacions diferencials</p>	<p>Dedicació: 47h Grup gran/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 27h</p>
<p>Descripció: Problemes de valor inicial. Mètodes basats en aproximacions de les derivades (Euler, Euler enrere, d'altres). Anàlisi de la convergència i l'estabilitat. Mètodes de Runge-Kutta: plantejament general, mètodes explícits òptims. Problemes de contorn. Introducció i aplicacions. Mètode del tret. Introducció als mètodes numèrics per a la resolució d'equacions en derivades parcials: diferències finites 1D, conceptes bàsics del mètode dels elements finits.</p>	

### 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 la nota de l'examen extraordinari.

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

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Deuffhard, P.; Bornemann, F. Scientific computing with ordinary differential equations. Springer, 2010.
- Hoffman, Joe D.. Numerical methods for engineers and scientists. 2a ed. Marcel Dekker, 2001. ISBN 824704436.
- Isaacson, E.; Keller, H.B.. Analysis of numerical methods. Dover Publications, 1994.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave [en línia]. Springer, 2006 Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1007/3-540-32613-8>>.
- Ralston, A.; Rabinowitz, P. A first course in numerical analysis. Dover, 2001.
- Quarteroni, A.; Saleri, F. Scientific computing with MATLAB and Octave. 3rd ed. Heidelberg: Springer, 2010.

#### Complementària:

- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. SIAM, 1996.
- Kincaid, D.; Cheney, W. Análisis numérico : las matemáticas del calculo científico. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- Recktenwald, G.W. Numerical methods with MATLAB : implementations and applications. Prentice Hall, 2000.
- Shampine, L.W. Numerical solution of ordinary differential equations. Chapman & Hall, 1994.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. Introduction to numerical analysis. 3rd ed. Springer-Verlag, 2010. ISBN 9781441930064.