

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques  
Curs: 2015  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ANTONIO RODRIGUEZ FERRAN  
Altres:  
SONIA FERNANDEZ MENDEZ - A, B  
ABEL GARGALLO PEIRO - A, B  
ANTONIO RODRIGUEZ FERRAN - A, 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.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

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: 6h Grup petit: 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: 6h Grup petit: 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: 12h Grup petit: 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. Diferències de Newton. 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

4. Integració numèrica	Dedicació: 36h Grup gran: 9h Grup petit: 6h Aprentatge autònom: 21h
<p>Descripció:</p> <p>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>	
5. Introducció als mètodes numèrics per a equacions diferencials	Dedicació: 47h Grup gran: 12h Grup petit: 8h Aprentatge autònom: 27h
<p>Descripció:</p> <p>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. Control de l'error i pas variable: mètode RKF45.</p> <p>Problemes de contorn. Introducció i aplicacions. Mètode del tret. Fonaments del mètode dels elements finits (MEF): residus ponderats, forma feble, interpolació seccional. Aspectes computacionals: integració numèrica i resolució de sistemes lineals d'equacions.</p>	

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Sistema de qualificació

L'assignatura s'avalua mitjançant exàmens (E) i treballs pràctics en grup (TP).

#### Exàmens

- Examen parcial (EP)
- Examen final (EF)

La nota E és una mitjana aritmètica ponderada dels exàmens:

$$E = \max(0.3 EP + 0.7 EF, EF)$$

#### Treballs pràctics

Els treballs pràctics (TP1 i TP2) es realitzen en equips de dues o tres persones. Per ser avaluat, és indispensable la presentació de tots dos treballs pràctics en la data indicada. Tots els membres de l'equip són responsables de la totalitat de l'informe, i n'han de conèixer tots els aspectes. Les preguntes als exàmens relatives als treballs pràctics podran ser considerades com una prova de validació dels treballs.

La nota TP és una mitjana aritmètica dels treballs pràctics:

$$TP = 0.5 TP1 + 0.5 TP2$$

#### Nota final

La qualificació final de l'assignatura (NF) és una mitjana geomètrica ponderada dels exàmens i els treballs pràctics (TP):

$$NF = E^{(3/4)} TP^{(1/4)}$$

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Deuflhard, 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.