

# Guia docent de l'assignatura de Mètodes Numèrics

Grau i llicenciatura en matemàtiques UAB, 2008–2009

## 1 Identificació de l'assignatura

100097 – Mètodes Numèrics (Grau en Matemàtiques)

27993 – Mètodes Numèrics (Llicenciatura en Matemàtiques)

## 2 Objectius de l'assignatura

La ciència i la tecnologia es recolzen en models matemàtics de fenòmens reals, desenvolupats amb finalitats predictives. Un mínim de realisme dona lloc a models intractables de forma analítica, de manera que l'única manera d'estudiar-los és mitjançant el càlcul de solucions aproximades. L'estudi de tècniques (mètodes numèrics) per l'obtenció d'aquestes aproximacions és l'objectiu de l'anàlisi numèrica, de la qual aquesta assignatura n'és una introducció. Els mètodes numèrics precisen d'un esforç de càlcul dependent de la complexitat del model i la precisió desitjada. D'acord amb els standards d'avui en dia, aquest esforç de càlcul fa indispensable l'ús d'ordinadors.

L'objectiu de l'assignatura, apart dels aspectes formatius que comparteix amb les altres assignatures del grau, és preparar els estudiants per resoldre els problemes de tipus numèric que pugin trobar a la seva pràctica professional. Això inclou tant el coneixement precís dels diversos mètodes i la seva idoneïtat en diverses situacions com la destresa en la seva aplicació a la resolució de problemes concrets amb l'ajuda d'un ordinador. És per això que una part important del pes de l'assignatura recau en les sessions pràctiques.

## 3 Continguts

### 1.– Errors.

Classificació. Representació de números reals. Aritmètica de punt flotant. Propagació d'errors. Algorismes estables i inestables. Problemes mal condicionats.

### 2.– Zeros de funcions.

Mètodes de la bisecció, de Newton i de la secant. Mètodes de punt fix. Ordre de convergència. Acceleració de la convergència: mètodes d'Aitken i Steffensen. Mètode d'Sturm.

### 3.– Interpolació polinòmica.

Existència i unicitat del polinomi interpolador de Lagrange. Càlcul: polinomis bàsics de Lagrange, algorisme de Neville, diferències dividides de Newton. Interpolació d'Hermite generalitzada. Interpolació per splines.

### 4.– Diferenciació i integració numèrica.

Derivació numèrica. Extrapolació de Richardson. Fórmules d'integració interpolatòria, fórmules tancades de Newton-Côtes, regles compostes. Mètode de Romberg. Regles producte per integrals multidimensional.

## 5.- Sistemes lineals.

Substitució endavant i endarrera per sistemes triangulars. Mètode de Gauss. Estratègies de pivotatge. Factorització *LU*. Càlcul de determinants i inverses de matrius. Sistemes mal condicionats. Mètodes iteratius clàssics. Mètode de la potència per a l'aproximació de valors i vectors propis.

## 4 Requisites previs

Com a coneixements previs, es pressuposen: els resultats fonamentals de continuïtat, derivabilitat i integrabilitat de funcions reals en una i diverses variables, fonaments d'àlgebra lineal i càlcul matricial, nocions bàsiques sobre algorismes i el llenguatge de programació C. Aquests coneixements són contingut de les assignatures *Àlgebra lineal*, *Funcions de variable real*, *Eines informàtiques per a les matemàtiques*, de primer curs, i de l'assignatura *Càlcul en diverses variables*, del primer semestre de segon curs.

## 5 Metodologia de l'ensenyament

Aquesta assignatura té tres hores setmanals de teoria, dues hores setmanal de problemes i dues hores setmanals de pràctiques.

A les classes teòriques, s'introduiran els diversos mètodes i se n'estudiaran les propietats, amb especial èmfasi en la fitació d'errors. La comprensió d'aquests aspectes dona la base per a poder resoldre problemes i dur a terme les pràctiques.

Les classes de problemes consistiran principalment en la resolució de problemes a la pissarra per part del professor. No obstant, es requerirà també la participació dels alumnes a classe, que es tindrà en compte a l'avaluació.

Es proposaran diverses pràctiques durant el curs. Cada pràctica contindrà un guió, d'acord amb el qual s'haurà d'entregar un informe, que serà la base per la puntuació de la pràctica, juntament amb el codi en C elaborat. Oportunament s'anirà anunciant el termini d'entrega de cada pràctica.

Les sessions pràctiques tindran lloc a una aula d'informàtica de la facultat, i es dedicaran a la resolució de dubtes relacionats amb la realització de cada pràctica. No s'espera que els alumnes acabin les pràctiques durant les sessions pràctiques, sinó que hi hauran de dedicar temps d'estudi personal.

## 6 Avaluació

La qualificació final s'obtindrà de ponderar al 75% la part teòrica i al 25% la part pràctica.

Les pràctiques s'hauran de lliurar al llarg del curs, amb terminis que s'anunciaran oportunament. Cada dia de retard en el lliurament d'una pràctica es penalitzarà multiplicant la nota per 0.90. La nota final de pràctiques serà el promig de les notes de cada pràctica. Hi haurà una pràctica addicional ("pràctica flotant") d'entrega opcional, amb termini fins al 30 de juny (inclòs), que podrà substituir la pràctica lliurada de pitjor qualificació, cas que això millori la nota final.

Remarquem que **no hi haurà examen de recuperació de pràctiques**, i és **requisit indispensable per superar l'assignatura** que la qualificació de pràctiques sigui igual o superior a 4.

La part teòrica s'avaluarà mitjançant dues proves parcials ( $t_1$ ,  $t_2$ ) i un examen final  $t_f$ . Les proves parcials  $t_1$ ,  $t_2$  es duran a terme en horari de classe, i estaran dissenyades per poder ser realitzades amb un seguiment normal de l'assignatura, sense necessitat de preparació específica per part dels estudiants. L'examen final es farà un dia reservat a tal efecte (matí o tarda), i tindrà una durada d'entre 3 i 4 hores. A la prova  $t_2$  només es preguntarà el temari fet des de la prova  $t_1$ . A l'examen final  $t_f$  entrarà tot el temari.

El 10% el de la nota de la part teòrica de curs procedirà de l'entrega d'un problema resolt per cada tema i l'exposició d'algun dels problemes entregats a les sessions de problemes. Anomenem  $p_b$  aquesta qualificació.

La qualificació de curs de la part teòrica s'obté mitjançant la fórmula

$$t_c := \max(0.1p_b + 0.9(0.15t_1 + 0.15t_2 + 0.70t_f), t_f),$$

i la qualificació de curs global mitjançant

$$q_c := 0.75t_c + 0.25p_r.$$

Els estudiants que obtinguin  $t_c \geq 5$ ,  $p_r \geq 4$  i  $q_c \geq 5$  hauran superat l'assignatura.

Per als alumnes que no aprovin per qualificació de curs, hi haurà un examen de recuperació el mes de juliol, amb el mateix format que l'examen  $t_f$ . A partir de la seva qualificació, diguem-li  $t_j$ , es recalcularà la qualificació de curs com a

$$q_j := 0.75t_j + 0.25p_r$$

(recordem que les pràctiques no es poden recuperar). Els estudiants que obtinguin  $t_j \geq 5$ ,  $p_r \geq 4$  i  $q_j \geq 5$  hauran superat l'assignatura. Els estudiants que hagin superat l'assignatura amb l'examen final de juny poden fer servir l'examen de juliol per pujar nota si ho desitgen.

El criteri per a poder obtenir la qualificació de no presentat en aquesta assignatura queda fixat com segueix: es consideraran presentats tots els estudiants que assisteixen a les dues proves parcials  $t_1$ ,  $t_2$  i/o lliurin 3 pràctiques.

## 7 Bibliografia

La referència bàsica del curs són els apunts de l'assignatura, que es poden trobar al campus virtual. Les següents referències són d'un nivell semblant al del curs:

- A. Aubanell, A. Benseny, A. Delshams: *Eines bàsiques de càlcul numèric*, Manuals de la UAB 7, Publ. UAB, 1991.
- M. Grau, M. Noguera: *Càlcul numèric*, Edicions UPC, 1993.
- J.D. Faires, R. Burden: *Métodos Numéricos*, 3a. ed, Thomson, 2004.
- R. Burden, J.D. Faires: *Numerical analysis*, 6a ed., Brooks/Cole, 1997. En castellà: *Análisis numérico*, 6a ed., International Thomson, 1998.
- G. Hämmerlin, K-H. Hoffmann: *Numerical mathematics*, Springer 1991.



A continuació s'inclou bibliografia més avançada, que pot ser útil per consultes puntuals.

- D. Kincaid, W. Cheney: *Numerical analysis*, 2a ed., Brooks/Cole, 1996. En castellà: *Análisis numérico*, Addison–Wesley Iberoamericana, 1994.
- P. Henrici: *Elements of numerical analysis*, Wiley, 1964. En castellà: *Elementos de análisis numérico*, Trillas, 1968.
- G. Dahlquist, Å Björk: *Numerical methods*, Prentice Hall, 1964.
- E. Isaacson, H.B. Keller: *Analysis of numerical methods*, Wiley, 1966.
- J. Stoer, R. Bulirsch: *Introduction to numerical analysis*, 2a ed., Springer, 1993.

Trobareu que moltes demostracions de teoria són adaptades d'aquestes referències, especialment de Stoer & Bulirsch i Isaacson & Keller. Finalment, les dues referències següents són per la part de programació. La primera és el manual de referència del llenguatge C. La segona és un manual d'estil.

- B. Kernighan and D.M. Ritchie: *The C programming language*, 2a ed., Prentice–Hall 1998. En castellà: *El lenguaje de programación C*, Prentice–Hall Hispanoamericana, 1991.
- B.W. Kernighan, R. Pike: *The practice of programming*, Addison–Wesley 1999. En castellà: *La práctica de la programación*, Perason Educación, 2000.

## 8 Professorat

Sara Costa (problemes), despatx C1/212, [scosta@mat.uab.es](mailto:scosta@mat.uab.es)

Josep Maria Mondelo (teoria), despatx C1/310, [jmm@mat.uab.es](mailto:jmm@mat.uab.es)

Jesús Rosado (pràctiques), despatx CB/014, [jrosado@mat.uab.cat](mailto:jrosado@mat.uab.cat)