

# Guia Docent

# 11/12

## Facultat de Matemàtiques i Estadística

Curs R. A. Fisher



1890-1962

## Grau en Matemàtiques



*fMe*

Facultat de Matemàtiques  
i Estadística

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



# Presentació

Amb el grau en Matemàtiques que imparteix la UPC rebràs una formació en matemàtiques exigent i de qualitat, alhora que desenvoluparàs la teva capacitat analítica i d'abstracció, així com la intuïció i el pensament lògic, en la titulació de matemàtiques amb més demanda entre els estudiants de secundària.

Si el teu objectiu és investigar en matemàtiques seguint la carrera acadèmica, aquest títol et donarà els coneixements generals bàsics necessaris per integrar-te amb èxit en els grups de recerca més capdavanters. Si vols fer docència a l'ensenyament secundari, aquest estudi et donarà una formació òptima per seguir aquesta carrera professional amb èxit. Si la teva opció és aplicar les matemàtiques a altres àmbits, l'aposta decidida de la UPC per les ciències bàsiques, l'enginyeria i la tecnologia, et situaran en una posició immillorable.

# Pla d'Estudis

## 1r Curs - Fase Inicial

Càlcul en una variable	Àlgebra lineal	Informàtica	Fonaments de la matemàtica
Càlcul diferencial	Geometria afí i euclidiana	Àlgebra lineal numèrica	Matemàtica discreta

## 2n Curs

Càlcul integral	Àlgebra multilineal i geometria	Algorísmica	Programació matemàtica
Funcions de variable complexa	Topologia	Física	Anàlisi real

## 3r Curs

Equacions diferencials ordinàries	Estructures algebraiques	Càlcul numèric	Teoria de la probabilitat
Equacions en derivades parcials	Geometria diferencial	Models matemàtics de la física	Estadística

## 4t Curs

Models matemàtics de la tecnologia	Optativa 1	Optativa 2	Optativa 3
Treball de fi de grau	Optativa 4	Optativa 5	Optativa 6

Hi ha un total de 240 crèdits. S'han de superar 36 crèdits optatius.

Les assignatures obligatòries tenen totes 7,5 crèdits, llevat de Models matemàtics de la tecnologia (9 crèdits) i el Treball de fi de grau (15 crèdits). Les assignatures optatives són totes de 6 crèdits.

El primer curs es considera Fase Inicial del Pla d'Estudis. L'estudiant ha de superar un

mínim de 15 crèdits durant el primer any acadèmic. Per superar la Fase Inicial, l'estudiant disposa d'un màxim de quatre quadrimestres consecutius.

El curs 2012-13 s'oferiran les optatives següents:

Algorísmia i complexitat

Anàlisi funcional

Combinatòria i teoria de grafs

Geometria algebraica

Història de la matemàtica

Lògica i fonamentació

Matemàtica financera

Matemàtiques per a l'ensenyament secundari

Mètodes numèrics per a equacions diferencials ordinàries

Mètodes numèrics per a equacions en derivades parcials

Sistemes dinàmics

Teoria de control

Teoria de Galois

Topologia algebraica

Varietats diferenciables

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: JAUME MARTI FARRE

Altres:  
SIMEON MICHAEL BALL - A, B  
JAUME MARTI FARRE - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. CG-4. Saber abstroure 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.
11. 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.
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.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

### Metodologies docents

Les classes de teoria serviran per presentar i desenvolupar el temari. Els alumnes disposaran de material docent de cada tema. Aquest material servirà d'esquelet per a la presentació de la teoria, i ajudarà a concentrar l'explicació en la justificació i comprensió dels diferents conceptes del curs tot donant exemples, contraexemples i les demostracions dels diferents resultats.

En les sessions de problemes es resoldran, d'entre els exercicis i problemes proposats, aquells que es considerin més il·lustratius. S'insistirà en els aspectes conceptuals de l'assignatura sense descuidar les parts més mecàniques. Durant aquestes sessions es plantejaran les diferents estratègies disponibles per abordar els problemes i es justificarà l'elecció d'aquella que sigui més adient. En aquest sentit es procurarà fomentar la participació activa dels estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és introduir els estudiants en diferents aspectes de l'àlgebra lineal estàndard i de l'anàlisi matricial. Són objectius específics d'aquesta assignatura l'estudi de les matrius, dels sistemes d'equacions lineals, dels espais vectorials i de les seves transformacions. Concretament:

- manipulació i operacions amb matrius; discussió i resolució de sistemes d'equacions lineals;
- introducció als espais vectorials, als espais duals i als espais euclidians i unitaris;
- estudi de les aplicacions lineals, dels endomorfismes i dels operadors; diagonalització.

A més l'assignatura ha de ser fonament i referència en cursos posteriors i, per això, el curs també té com objectius:

- potenciar la capacitat d'abstracció de l'estudiant;
- familiaritzar-lo en el desenvolupament del llenguatge abstracte;
- i iniciar-lo en l'ús de les estructures algebraïques com modelització de situacions diverses.

En acabar el curs, els coneixements, habilitats i les capacitats que l'estudiant ha d'adquirir són les següents:

- Saber operar amb matrius. Calcular rangs i determinants. Saber intepretar les matrius, les operacions i els resultats en diferents contextos. Discutir i resoldre sistemes d'equacions lineals. Saber plantejar sistemes i saber interpretar-ne les solucions.
- Reconèixer espais vectorials, subespais vectorials i aplicacions lineals. Entendre els diferents tipus d'espais (vectorial, dual, quocient, euclidià, unitari) i els diferents tipus d'aplicacions en aquests espais (tipus de transformacions lineals i d'operadors).
- Saber calcular relacions de dependència lineal. Comprendre les nocions de bases i dimensió. Saber calcular i canviar de coordenades. Comprendre les diferents operacions entre subespais i entre espais vectorials. Tenir facilitat en el seu càlcul. Familiaritzar-se amb l'espai dual i saber treballar en espais euclidians i unitaris. Comprendre la noció d'ortogonalitat.
- Determinar el nucli i la imatge d'una aplicació lineal. Calcular imatges i antiimatges d'elements i de subespais. Saber representar matricialment les aplicacions lineals. Entendre la relació amb els sistemes d'equacions i saber canviar de base. Entendre la necessitat de transformar una matriu a una forma predeterminada. Discutir i trobar la forma diagonal d'una matriu. Saber treballar amb tipus concrets de matrius.

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	45h	24.06%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.04%

### Continguts

- Matrius, determinants i sistemes d'equacions lineals.	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 9h
<p>Descripció: Matrius. Operacions amb matrius. Inversa. Rang. Mètode de Gauss. Determinant. Sistemes d'equacions lineals. Teorema de Rouché-Frobènius. Discussió i resolució de sistemes. Equacions matricials.</p>	
- Espais vectorials.	Dedicació: 35h Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 21h
<p>Descripció: Espais vectorials. Subespais vectorials. Combinació lineal. Dependència i independència lineal. Sistemes de generadors. Bases. Dimensió. Coordenades. Canvi de base. Operacions amb subespais: intersecció i suma; suma directa. Operacions amb espais vectorials: suma directa d'espais vectorials; l'espai vectorial quocient.</p>	
- Aplicacions lineals.	Dedicació: 30h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 18h
<p>Descripció: Definicions i propietats. Nucli i imatge. Imatges i antiimatges per una aplicació lineal. Teorema d'isomorfisme. Aplicacions lineals i matrius. Matriu associada a una aplicació lineal. Comportament per operacions: l'espai de les aplicacions lineals i l'àlgebra dels endomorfismes. Canvi de base. Matrius semblants i matrius equivalents.</p>	



## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

<p>- L'espai dual.</p>	<p>Dedicació: 12h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 7h 30m</p>
<p>Descripció: L'espai dual. Base dual d'una base. L'espai bidual. L'aplicació dual d'una aplicació lineal. Ortogonal o anul.lador d'un subespai en l'espai vectorial dual.</p>	
<p>- Diagonalització.</p>	<p>Dedicació: 35h</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció: Endomorfisme (matriu) diagonalitzable. Vectors i valors propis. Polinomi característic. Teorema de diagonalització. Endomorfisme (matriu) triangulable. Teorema de triangulació. Endomorfisme (matriu) diagonal per blocs. Subespais invariants. Polinomis anul.ladors. Teorema de Cayley-Hamilton. Primer teorema de descomposició. Diagonalització per blocs.</p>	
<p>- Espais euclidians i unitaris. Operadors.</p>	<p>Dedicació: 35h</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 21h</p>
<p>Descripció: Producte escalar. Representació matricial. Canvi de base. Norma. Angle. Ortogonalitat i ortonormalitat. Mètode de Gram-Schmidt. Coordenades en bases ortogonals. Producte escalar i l'espai dual. Subespais ortogonals en un espai euclidià o unitari. Complementari ortogonal d'un subespai. Operadors en espais euclidians i unitaris. Teorema espectral.</p>	

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà mitjançant l'avaluació continuada i un examen final. La nota d'avaluació continuada s'obté d'un examen parcial no eliminatori de matèria (examen de les mateixes característiques que l'examen final), i de la valoració d'altres activitats realitzades durant el curs.

La nota de l'assignatura s'obté segons la fórmula:

Nota =  $\max\{\text{nota examen final}; 70\% \text{ nota examen final} + 25\% \text{ nota examen parcial} + 5\% \text{ valoració d'altres activitats}\}$ .

## 200002 - AL - Àlgebra Lineal

### Bibliografia

#### Bàsica:

Castellet, M. ; Llerena, I. *Àlgebra lineal i geometria*. 4a ed. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Publicacions, 2000. ISBN 847488943X.

Meyer, Carl D.. *Matrix analysis and applied linear algebra*. SIAM, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000. ISBN 0898714540.

#### Complementària:

Axler, Sheldon Jay. *Linear algebra done right* [en línia]. 2nd ed. Springer, 1997. Disponible a:  
<<http://ebooks.springerlink.com/UrlApi.aspx?action=summary&v=1&bookid=104527>>. ISBN 0387982582.

Chen, W.W.L. *Linear algebra (recopilació de notes de l'autor)* [en línia]. [Consulta: 18/06/2009]. Disponible a:  
<<http://www.maths.mq.edu.au/~wchen/lnlafolder/lnla.html>>.

Jeronimo, G.; Sabia, J.; Tesauri, S. *Álgebra lineal (recopilació de notes de l'autor)* [en línia]. Disponible a:  
<[http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra\\_lineal/](http://mate.dm.uba.ar/~jeronimo/algebra_lineal/)>.

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ANTONIO RODRIGUEZ FERRAN  
Altres: ANTONIO RODRIGUEZ FERRAN - A, B  
ROGER VILASECA CABO - A, B

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal  
Nocions de programació

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. 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.

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

11. 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.

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.

### 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 en grups desdoblats.
- 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 penjarà 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 les matemàtiques, la física i l'enginyeria, (2) proporcionar un sòlida base en la resolució numèrica dels problemes d'àlgebra lineal.

L'alumne ha d'adquirir capacitats per:

- Conèixer i entendre el concepte de modelització numèrica en el context de la física i l'enginyeria
- 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 resolució de sistemes d'equacions lineals i problemes d'autovalors, així com per a la interpolació polinòmica de funcions
- 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)
- 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, ja sigui oralment o per escrit

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	30h	16.04%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	45h	24.06%

### Continguts

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

### Introducció a la programació en Matlab

Descripció:

- Operacions aritmètiques i lògiques bàsiques, manipulació de vectors i matrius, operacions component a component, controladors de flux, eines per a la depuració de codi
- Eines per al dibuix de corbes i superfícies

### Errors

Descripció:

- Aritmètica exacta i aritmètica finita
- Error de truncament, error d'arrodoniment i error inherent
- Error absolut i error relatiu. Xifres significatives correctes
- Propagació d'errors. Condicionament d'un problema
- Desastres deguts a errors de càlcul
- Exemples d'aplicació: control de qualitat del resultat d'interès; determinació de la precisió necessària en mesures experimentals

### Sistemes lineals d'equacions

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)
- Esquemes d'emmagatzematge de matrius, emplenat i algorismes de renumeració
- Condicionament d'un sistema lineal d'equacions. Número de condició d'una matriu
- Mètodes d'ortogonalització (QR), sistemes sobredeterminats
- Classificació general dels mètodes directes
- Exemples d'aplicació: xarxes (circuitos elèctrics, de canonades,...); resolució numèrica d'equacions en derivades parcials (distribució de temperatures, càlcul estàtic de sistemes mecànics,...)

### Càlcul de vectors i valors propis

Descripció:

- Conceptes bàsics (problema estàndard i generalitzat, deflació, translació i quocient de Rayleigh)
- Mètodes de la potència (directa i inversa)
- Condicionament del problema de valors propis
- Exemples d'aplicació: modes propis i freqüències pròpies, ressonància en mecànica i acústica, càrrega crítica de vinclament, equació de Schrödinger en mecànica quàntica, valor propi dominant d'un graf i centralitat...

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

### Interpolació polinòmica

#### Descripció:

- Plantejament general: criteri d'aproximació pura, interpolant polinòmic, espai vectorial, existència i unicitat del polinomi interpolador
- Base de polinomis de Lagrange, residu de Lagrange
- Diferències de Newton
- Exemples d'aplicació: ajust de dades discretes; integració i derivació numèrica,...
- Limitacions de la interpolació polinòmica (fenomen de Runge) i alternatives

### Sistema de qualificació

L'assignatura s'avalua mitjançant proves individuals (PI) i proves en grup (PG).

#### PROVES INDIVIDUALS

- Examen parcial (EP)
- Prova pràctica de programació (PPP)
- Examen final (EF)

La nota PI és una mitjana aritmètica ponderada de les proves individuals:

$$PI = \max(0.15 EP + 0.15 PPP + 0.7 EF, 0.85 EF + 0.15 PPP)$$

#### PROVES EN GRUP

Es realitzaran en equips de tres persones.

- Problemes (Prob). Durant el curs es proposaran llistes de problemes relatius a cada tema. Cada equip presentarà, com a mínim un cop al llarg del curs, la resolució d'un problema, assignat amb prou antelació, davant la resta de la classe.

- Treballs pràctics (TP1 i TP2). Es proposaran també dos treballs pràctics. 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 del 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 PG és una mitjana aritmètica ponderada de les proves en grup:

$$PG = 0.45 TP1 + 0.45 TP2 + 0.1 Prob$$

#### NOTA FINAL

La qualificació final de l'assignatura (NF) és una mitjana geomètrica ponderada de les proves individuals (PI) i les proves en grup (PG):

$$NF = PI^{3/4} PG^{1/4}$$

## 200151 - ALN - Àlgebra Lineal Numèrica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Mathews, J.H.; Fink, K.D. *Métodos numéricos con MATLAB*. 3ª ed. Prentice Hall, 2000. ISBN 8483221810.

Higham, N.J. *Accuracy and stability of numerical algorithms*. 2nd ed. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002. ISBN 0898715210.

Golub, G.H.; Van Loan, C.F. *Matrix Computations*. 3rd ed. The Johns Hopkins University Press, 1996. ISBN 080185413X.

Trefethen, L.N.; Bau, D. *Numerical linear algebra*. SIAM, 1997. ISBN 0898713617.

Stewart, G.W. *Matrix algorithms. Vol. 1: Basic decompositions*. SIAM, 1998. ISBN 0898714141.

#### Complementària:

Quarteroni, A.; Saleri, F. *Scientific computing with MATLAB*. 2nd ed. Springer-Verlag, 2003. ISBN 354032612X.

Demmel, J.W. *Applied numerical linear algebra*. SIAM, 1997. ISBN 0898713897.

Kincaid, D.; Cheney, W. *Análisis numérico : las matemáticas del cálculo científico*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1994. ISBN 0201601303.

Stoer, J.; Bulirsch, R. *Introduction to numerical analysis*. Springer-Verlag, 1980. ISBN 038797878X.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

[www.netlib.org/templates/templates.pdf](http://www.netlib.org/templates/templates.pdf)

Arxiu pdf del llibre "Templates for the Solution of Linear Systems: Building Blocks for Iterative Methods"

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MARTA CASANELLAS RIUS

Altres:

JOSEP ALVAREZ MONTANER - A, B  
MARTA CASANELLAS RIUS - A, B  
BERNAT PLANS BERENGUER - A, B

### Capacitats prèvies

L'alumne ha d'haver assolit els objectius de les assignatures Àlgebra lineal i Geometria afí i Euclidiana.

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. 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.



## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

11. 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.

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.

### Metodologies docents

Les hores de classe setmanals es divideixen en tres sessions teòriques i dues de problemes. A les classes teòriques s'exposen els continguts del programa, i s'acompanyen amb exemples i demostracions. A les classes de problemes es proposen diferents solucions a problemes relacionats amb els continguts de l'assignatura i es discuteixen amb l'alumnat. Comptarem també amb sessions amb càmeres de fotografia digitals en les què l'alumnat cooperarà amb el professorat per a resoldre un problema real de geometria de la visió. En aquestes sessions l'alumnat treballarà en equips de 3 persones i realitzarà un treball que serà avaluat en la nota d'avaluació continuada.

Quan s'escaigui s'usaran els paquets de software que l'alumnat conegui per a fer càlculs propis de l'assignatura (per exemple, reducció a forma de Jordan o càlcul d'elements característics de quàdriques).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és que l'alumnat conegui les nocions bàsiques d'àlgebra multilineal i les tècniques de geometria projectiva i arribi a manipular-les amb destresa. Els objectius específics a nivell de continguts són:

Assimilació del procés de reducció a forma canònica de Jordan.

Comprendre la relació entre producte tensorial i aplicacions multilineals.

Conèixer el producte exterior d'un espai vectorial per entendre les formes diferencials.

Comprendre la noció d'espai projectiu i la seva relació amb l'espai afí.

Familiarització amb les coordenades homogènies i els punts de l'infinit.

Saber classificar quàdriques des del punt de vista afí i projectiu.

Familiarització amb la resolució analítica i sintètica de problemes geomètrics.

Aproximació a un problema real mitjançant les tècniques estudiades a classe (geometria de la visió).

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

<p>- Forma de Jordan d'un endomorfisme.</p>	<p>Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Vectors propis generalitzats.</li> <li>· Cicles de veps generalitzats.</li> <li>· Estructura d'endomorfismes d'espais vectorials complexos.</li> <li>· Forma canònica de Jordan.</li> </ul>	
<p>-Àlgebra multilineal</p>	<p>Dedicació: 17h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Aplicacions multilineals</li> <li>· Producte tensorial d'espais vectorials.</li> <li>· L'espai dual i el bidual.</li> <li>· Aplicacions lineals i producte tensorial.</li> <li>· Tensors covariants i contravariants.</li> <li>· Tensors alternats i simètrics.</li> <li>· Producte exterior.</li> </ul>	
<p>-Geometria projectiva</p>	<p>Dedicació: 90h Grup gran/Teoria: 21h Grup mitjà/Pràctiques: 14h Aprentatge autònom: 55h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Espai projectiu (real i complex).</li> <li>· Interpretacions del pla projectiu.</li> <li>· Completació projectiva d'un espai afí.</li> <li>· Varietats lineals.</li> <li>· Sistemes de referència i coordenades projectives.</li> <li>· Projectivitats.</li> <li>· Raó doble.</li> <li>· Dualitat.</li> <li>· Aplicacions a visió per ordinador.</li> </ul>	

## 200111 - AMG - Àlgebra Multilineal i Geometria

<p>-Quàdriques</p>	<p>Dedicació: 55h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Activitats dirigides: 5h Aprentatge autònom: 35h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Hiperquàdriques d'un espai projectiu.</li> <li>· Polaritat.</li> <li>· Classificació projectiva de quàdriques (reals i complexes).</li> <li>· Classificació afí de quàdriques (reals i complexes).</li> <li>· Cònica de l'absolut en geometria de la visió.</li> </ul>	

### Sistema de qualificació

La qualificació constarà d'un examen final (nota EF) i d'una avaluació continuada on es tindrà en compte la realització d'un examen parcial a mig quadrimestre (nota EP), la participació de l'alumne a classe de problemes i el treball en equip realitzat (nota T) .

L'examen final constarà d'una part de problemes i d'una part teòrica.

La qualificació final de l'assignatura vindrà donada per:

$$\max \{ EF , 0.7 EF + 0.2 EP + 0.1 T \}$$

### Bibliografia

#### Bàsica:

Audin, Michèle. *Geometry*. Berlin: Springer, 2003. ISBN 3540434984.

Friedberg, S. H.; Insel, A. J.; Spence, L. E. *Linear algebra*. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education, 2003. ISBN 0130084514.

Greub, Werner Hildbert. *Multilinear algebra*. New York: Springer-Verlag, 1967.

Hitchin, Nigel. *Projective geometry : b3 course 2003* [en línia]. Disponible a:  
<<http://people.maths.ox.ac.uk/~hitchin/hitchinnotes/hitchinnotes.html>>.

#### Complementària:

Berger, Marcel. *Geometry*. Berlin: Springer-Verlag, 1987. ISBN 3540170154.

Eliashberg, Yakov. *Math 52H: multilinear algebra, differential forms and Stokes' theorem* [en línia]. 2010 Disponible a:  
<<http://math.stanford.edu/~eliash/Public/52h-2010/52htext.pdf>>.

Hartley, R.; Zisserman, A. *Multiple view geometry in computer vision*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. ISBN 0521540518.

Hartshorne, Robin. *Foundations of projective geometry*. New York: W. A. Benjamin, 1967.

Xambó Descamps, Sebastià. *Geometria* [en línia]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2001 Disponible a:  
<<http://catalog.upc.edu/search~S1?/.b1247284/.b1247284/1,1,1,B/1856~b1247284&FF=&1,0,,1,0>>. ISBN 8483015110.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - LSI - Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: SALVADOR ROURA FERRET

Altres:

JORDI PETIT SILVESTRE - A, B  
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - A, B  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. CG-4. Saber abstroure 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.
11. 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.
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.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Metodologies docents

Hi haurà classes de teoria i classes de laboratori.

A les classes de teoria es presentaran i es desenvoluparan els continguts de l'assignatura. En particular, es mostraran els algorismes i estructures de dades i la seva implementació, i es proposaran i resoldran problemes relacionats. Per això es disposarà d'una extensa col·lecció d'exercicis.

A les classes de laboratori es demanarà que els alumnes escriguin programes que resolguin problemes de tipus algorísmic, fent servir els coneixements vistos a les classes de teoria. Per poder comprovar la correctesa dels programes escrits, els alumnes disposaran d'accés a un sistema de correcció automàtica dels programes demanats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu d'aquesta assignatura és doble. Per una banda, l'alumne ha d'aprendre alguns dels algorismes més importants, juntament amb els esquemes algorísmics bàsics per a la resolució de problemes diversos, així com les tècniques per calcular l'eficiència de les solucions trobades. Aquests coneixements li haurien de permetre tractar amb una gran quantitat de problemes que sorgeixen en un context matemàtic. A tall d'exemple, ser capaç de generar de forma exhaustiva objectes combinatoris, o enumerar aquests objectes eficientment, o resoldre els problemes més coneguts sobre grafs.

El segon objectiu d'aquesta assignatura és que l'alumne sigui capaç de fer servir un llenguatge de programació actual (en el nostre cas, C++ juntament amb la biblioteca estàndard STL) per implementar aquests algorismes de manera correcta, eficient i elegant. Amb aquest objectiu en ment, els professors mostraran a classe de teoria o laboratori com programar els algorismes que es vegin durant el curs, i exigiran a classe de laboratori que els alumnes siguin capaços de fer el mateix.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### COST DELS ALGORISMES

Descripció:  
Notació asimptòtica. Anàlisi del cost dels algorismes iteratius i recursius. Recurrències.

### ESQUEMES ALGORÍSMICS

Descripció:  
Força bruta. Divideix-i-venceràs. Algorismes voraços. Programació dinàmica.

### ÚS D'ESTRUCTURES DE DADES BÀSIQUES

Descripció:  
Piles i cues. Cues de prioritats. Conjunts i diccionaris.

### IMPLEMENTACIÓ D'ESTRUCTURES DE DADES BÀSIQUES

Descripció:  
Heaps. Taules de dispersió. Arbres de cerca balancejats. MF-sets.

### ALGORISMES SOBRE GRAFS

Descripció:  
Representació. Recorreguts en amplada i profunditat, connectivitat. Camins òptims. Arbres generadors mínims.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Sistema de qualificació

La qualificació es calcularà com  $2T/5 + 2L/5 + P/5$ , on T és la nota de teoria, L és la nota de laboratori, i P és la nota de pràctiques. Les tres notes s'obtenen de forma independent.

Per calcular la nota de teoria, es faran dos exàmens de tipus convencional sobre paper, on es comprovarà els coneixements de l'assignatura i la capacitat de resoldre problemes relacionats. Es farà un examen parcial i un examen final. Siguin PT i FT les notes respectives. Llavors  $T = \text{Màxim}(PT/2 + FT/2, FT)$ .

Els dos exàmens de laboratori es faran davant ordinador, i es demanarà que els alumnes programin la solució a diversos problemes algorísmics. Es valorarà principalment que el programa proposat sigui correcte, eficient, clar, i que faci servir els esquemes algorísmics i les estructures de dades adients. Sigui PL la nota de l'examen parcial de laboratori, i FL la nota de l'examen final de laboratori. Llavors  $L = \text{Màxim}(PL/2 + FL/2, FL)$ .

Adicionalment, hi haurà una nota de pràctiques, la qual es calcularà fent la mitjana de les notes de les pràctiques avaluades durant el curs.

## 200162 - ALGO - Algorísmia

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Cormen T.H. [et al.]. *Introduction to algorithms*. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2009. ISBN 9780262033848.
- Dasgupta S.; Papadimitriou C.; Vazirani U. *Algorithms*. Boston: Mc Graw Hill Higher Education, 2006. ISBN 9780073523408.
- Josuttis, Nicolai M. *The C++ standard library : a tutorial and handbook*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1999. ISBN 0201379260.
- Sedgewick R. *Bundle of algorithms in C++, parts 1-5: fundamentals, data structures, sorting, searching, and graph algorithms*. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 2002. ISBN 9780201726848.
- Skiena, Steven S. *The Algorithm design manual*. 2nd ed. London: Springer, 2008. ISBN 9781848000698.

#### Complementària:

- Knuth, Donald E. *The Art of computer programming. Vol. 1*. 3rd ed. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201896834.
- Knuth, Donald E. *The Art of computer programming. Vol. 3*. 2nd ed. Reading (Mass.): Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201038218.
- Meyers, Scott. *Effective C++ : 55 specific ways to improve your programs and designs*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2005. ISBN 0321334876.
- Meyers, Scott. *More effective C++ : 35 new ways to improve your programs and designs*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1996. ISBN 020163371X.
- Skiena S.S.; Revilla M. *Programming challenges : the programming contest training manual*. New York: Springer, 2003. ISBN 0387001638.
- Stroustrup, Bjarne. *Programming : principles and practice using C++*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2009. ISBN 9780321543721.
- Weiss, Mark Allen. *Data structures and algorithm analysis in C++*. 3rd ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2006. ISBN 0321375319.



## 200102 - AR - Anàlisi Real

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ

Altres:

MARIA DEL MAR GONZALEZ NOGUERAS - A, B  
JUAN DE LA CRUZ DE SOLÀ-MORALES RUBIÓ - A, B  
JORDI VILLANUEVA CASTELLTORT - A, B

### Capacitats prèvies

Coneixements de Càlcul Diferencial i Integral en una i diverses variables.

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. 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

## 200102 - AR - Anàlisi Real

o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

11. 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.

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.

### Metodologies docents

Les classes de teoria consistiran en exposicions per part del professors de les definicions, els enunciats, les demostracions i els exemples. En les classes de problemes es faran exercicis d'una llista, però podrien compartir les exposicions els professors i alguns estudiants. També s'encarregaran exercicis que els estudiants hauran d'entregar.

Entre els objectius de l'assignatura tindrà més pes la resolució de problemes que la simple adquisició de coneixements, i per aquesta raó el foment de la intuïció i la creativitat seran prioritzats. Aquest major pes també es veurà reflectit en les avaluacions.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'assignatura ha de representar per a l'estudiant una transició entre el Càlcul i l'Anàlisi Matemàtica. Per tant un objectiu primordial és que l'estudiant s'acostumi a la utilitat de l'abstracció i dels mètodes conceptuals.

L'assignatura ha de servir com a preparació per a la utilització de l'Anàlisi Matemàtica en assignatures com Equacions Diferencials Ordinàries (on s'usa més la convergència uniforme), Equacions en Derivades Parcial (on s'usa més la convergència en mitjana quadràtica) i Anàlisi Funcional (on es desenvolupen els coneixements sobre els espais de funcions). També ha de poder servir com a preparació per a cursos a nivell de postgrau en temes com anàlisi de senyals o teoria de funcions.

Tot i que el caràcter abstracte i conceptual és prioritari, els aspectes de càlcul de certs temes (sèries de Fourier, funcions Gamma i Beta) han de ser plenament assolits.

Pel que fa als temes, s'ha resumit en tres grans apartats (convergència uniforme, sèries de Fourier i mesura i integració) els coneixements que l'estudiant ha d'adquirir.

L'assignatura ha d'estimular el coneixement actiu i aplicat, i no solament acumulatiu o erudit.

## 200102 - AR - Anàlisi Real

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

Aproximació uniforme de funcions contínues	Dedicació: 34h 30m Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 19h 30m
<p>Descripció: L'espai de les funcions contínues sobre un compacte de <math>\mathbb{R}^n</math>. Teorema de Stone-Weierstrass. Famílies equicontínues.</p>	
Sèries de Fourier	Dedicació: 62h 30m Grup gran/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprenentatge autònom: 37h 30m
<p>Descripció: Polinomis trigonomètrics Sèries de Fourier de funcions periòdiques Convergència puntual i uniforme Bases ortogonals Transformada discreta</p>	
Mesura i integració de Lebesgue a $\mathbb{R}^n$	Dedicació: 62h 30m Grup gran/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprenentatge autònom: 37h 30m
<p>Descripció: Conjunts mesurables i funcions mesurables Integració de funcions mesurables Convergència dominada Teorema de Fubini Càlcul integral i integrals que depenen de paràmetres Espais de Hilbert de funcions i successions</p>	

## 200102 - AR - Anàlisi Real

### Sistema de qualificació

Hi haurà tres notes (sobre 10 punts): la nota de classe (C), la nota d'un examen parcial (P) i la nota de l'examen final (F). La nota final de l'assignatura serà el màxim entre F i  $(0,1 \cdot C + 0,2 \cdot P + 0,7 \cdot F)$ .

### Bibliografia

#### Bàsica:

Gasquet, C. ; Witomsky, P. *Fourier analysis and applications : filtering, numerical computation, wavelets*. New York: Springer, 1999. ISBN 0387984852.

Dalmasso, R. ; Witomsky, P. *Analyse de Fourier et applications : exercices corrigés*. Paris: Masson, 1996. ISBN 2225852995.

Rudin, Walter. *Principios de análisis matemático*. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 1980. ISBN 007054235X.

Whittaker, E.T.; Watson, G.N. *A Course of modern analysis : an introduction to the general theory of infinite processes and of analytic functions : with an account of the principal transcendental functions*. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1927. ISBN 0521067944.

Batlle Arnau, Carles ; Fossas Colet, Enric. *Anàlisi real : apunts*. 2002.

#### Complementària:

Lang, Serge. *Real and functional analysis*. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387940014.

Bruna, Joaquim. *Anàlisi real*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1996. ISBN 8449006929.

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: MIGUEL CARLOS MUÑOZ LECANDA

Altres: MIGUEL CARLOS MUÑOZ LECANDA - EXT

SEBASTIA MARTIN MOLLEVI - A, B  
MIGUEL CARLOS MUÑOZ LECANDA - A, B  
NARCISO ROMAN ROY - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. 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.

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

11. 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.

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.

### Metodologies docents

Els estudiants disposaran d'uns apunts de curs i de diverses llistes d'exercicis i problemes, elaborades pel professorat de l'assignatura:

1. Llista d'exercicis i problemes proposats (amb solució, però sense resolució), alguns dels quals es resoldran a classe.
2. Llista d'exercicis i problemes resolts (alguns dels quals provindran d'exàmens anteriors).
3. Llista setmanal d'exercicis elementals de tipus calculístic, a mode de suport a l'estudi continuat. L'objectiu és que l'estudiant que hagi assistit a classe pugui resoldre aquests exercicis (que no s'avaluaran) de manera autònoma i en poc temps.
4. Llista d'exercicis en anglès, per tal de familiaritzar l'estudiant amb la terminologia de l'assignatura en aquesta llengua.

\* Al llarg del curs es planificaran diverses sessions tutoritzades on es duran a terme les següents activitats:

1. Repàs de temes coneguts pels estudiants, dels quals no tinguin el suficient domini.
2. Resolució de problemes dirigits (desglossats convenientment en apartats), sobre aplicacions del càlcul diferencial, o bé d'aprofundiment sobre algun tema concret de l'assignatura. Es posarà especial atenció a l'adquisició del llenguatge matemàtic en el redactat dels problemes.
3. Ús de programari matemàtic en la resolució de problemes (per exemple, amb dades numèriques menys senzilles, o aprofitant les capacitats gràfiques del programari).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu fonamental de l'assignatura és l'estudi de la continuïtat i diferenciabilitat de les funcions de diverses variables i llurs aplicacions.

Es parteix dels coneixements sobre funcions reals d'una variable real, estudiats a l'assignatura Càlcul d'una variable. El pas d'una variable a diverses no és trivial. Entendre amb detall aquesta generalització ha d'augmentar la maduresa matemàtica de l'estudiant i li permetrà assolir un nivell superior d'abstracció, imprescindible en el seu progrés al llarg dels estudis de matemàtiques.

Entendre els teoremes fonamentals del curs, conèixer-ne el seu abast, tècniques de demostració i aplicacions.

Fomentar la intuïció geomètrica dels estudiants.

Adquirir destresa en tot tipus de càlculs, relacionats amb les funcions de diverses variables.

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	45h	24.06%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.04%

### Continguts

1. Topologia de $\mathbb{R}^n$ . Successions.	Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 15h
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\mathbb{R}^n</math> com a espai euclidià i com a espai mètric.</li> <li>- Conjunts oberts i tancats. Interior, exterior i frontera.</li> <li>- Successions a <math>\mathbb{R}^n</math>. Límit. Successions de Cauchy. Completesa. Caracterització dels tancats mitjançant successions.</li> <li>- Conjunts fitats. Conjunts compactes. Teorema de Bolzano-Weierstrass.</li> <li>- Conjunts connexos.</li> </ul>	
2. Límits i continuïtat de funcions.	Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 15h
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funcions de diverses variables. Conjunts de nivell i gràfica de funcions reals.</li> <li>- Límit d'una funció en un punt (especial èmfasi en el cas de dues variables).</li> <li>- Continuïtat en un punt i en un conjunt. Propietats de les funcions contínues.</li> <li>- Continuïtat uniforme. Teorema de Heine-Cantor.</li> </ul>	

## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

<p>3. Diferenciabilitat.</p>	<p>Dedicació: 32h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 19h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivades parcials i direccionals.</li> <li>- Hiperplà tangent a la gràfica d'una funció real. Diferenciabilitat en un punt. Matriu jacobiana. Gradient d'una funció.</li> <li>- Diferenciabilitat i operacions. Regla de la cadena.</li> <li>- Diferenciabilitat en un obert. Teorema del valor mitjà. Funcions de classe <math>C^1</math>.</li> <li>- Corbes diferenciables.</li> </ul>	
<p>4. Derivades d'ordre superior. Fórmula de Taylor. Extrems locals.</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Derivades parcials d'ordre superior. Teorema de Schwarz. Funcions de classe <math>C^n</math>. Algunes equacions de la física matemàtica.</li> <li>- Fórmula de Taylor. Expressions del residu.</li> <li>- Extrems locals. Punts crítics.</li> <li>- Classificació d'extrems locals: formes quadràtiques, matriu hessiana.</li> </ul>	
<p>5. Funcions inverses i funcions implícites.</p>	<p>Dedicació: 33h</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Difeomorfismes.</li> <li>- Teorema de la funció inversa.</li> <li>- Teorema de la funció implícita. Derivació de funcions implícites.</li> </ul>	



## 200004 - CD - Càlcul Diferencial

<p>6. Subvarietats de <math>R^n</math> i extrems condicionats.</p>	<p>Dedicació: 22h Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 13h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subvarietats de <math>R^n</math>. Vectors tangents. Espai tangent en un punt.</li> <li>- Varietats parametritzades i varietats implícites. Corbes i superfícies regulars.</li> <li>- Extrems condicionats. Multiplicadors de Lagrange.</li> <li>- Extrems absoluts.</li> </ul>	

### Sistema de qualificació

Nota Final= Màx(Examen Final,  $0,7 \cdot \text{Examen Final} + 0,3 \cdot \text{Examen Parcial}$ )

### Bibliografia

#### Bàsica:

Mazón Ruiz, José M. *Cálculo diferencial: teoría y problemas*. Valencia: Universidad de Valencia, 2008.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J.. *Elementary classical analysis*. 2nd ed. New York: Freeman and Co., 1993. ISBN 0716721058.

Chamizo, F. *Cálculo III (notes d'un curs a la Universidad Autónoma de Madrid)* [en línia]. [Consulta: 19/06/2009]. Disponible a: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/fchamizo/calculoIII.html](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/fchamizo/calculoIII.html).

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JAIME FRANCH BULLICH

Altres:

JAIME FRANCH BULLICH - A, B  
JOSE ANTONIO LUBARY MARTINEZ - A, B  
ANTONI RAS SABIDO - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. CG-4. Saber abstroure 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.
11. 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.

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

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.

### Metodologies docents

La docència de l'assignatura es dividirà en dos blocs marcats: teoria i problemes. A les hores de teoria es desenvoluparà els continguts teòrics de l'assignatura basats en els diferents resultats i les seves demostracions a més a més de d'inclusió d'exemples per tal de consolidar els conceptes introduïts. A les hores de problemes, es combinarà els problemes més teòrics i difícils per tal de fer que l'alumne obtingui un nivell de profunditat màxima en l'àmbit de l'anàlisi matemàtica d'una variable amb els exercicis més mecànics que l'alumne ha de dominar, com ara càlcul de límits o d'integrals. També s'inclouran sessions d'avaluació continuada, en hores de problemes, mitjançant entregues puntuals, tests virtuals i /o sessions d'interacció més directa entre l'alumne i l'assignatura per tal de motivar-lo per dur l'assignatura al dia.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal d'aquest curs és el de familiaritzar l'alumne amb els conceptes bàsics de l'anàlisi matemàtica d'una variable. Es pretén iniciar els alumnes en les tècniques de deducció de l'Anàlisi matemàtica i donar les bases de càlcul necessàries per una bona comprensió de les assignatures posteriors de la titulació.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	45h	24.06%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.04%

### Continguts

Successions de nombres reals	Dedicació: 43h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 30h
<p>Descripció:</p> <p>Introducció axiomàtica dels nombres reals. Topologia bàsica en <math>\mathbb{R}</math>. Definició de successió. Successions fitades. Límit d'una successió. Successions convergents. Successions monòtones. Subsuccessions. Successions de Cauchy. Diferents definicions equivalents dels nombres reals.</p> <p>Teorema de Bolzano-Weierstrass. Límits infinits. Tècniques de càlcul de límits. Sèries numèriques. Sèries harmònica i geomètrica.</p>	

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

<p>Funcions reals de variable real. Límits</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció: Funcions. Definicions bàsiques. Límit d'una funció en un punt. Caracterització per successions. Límits laterals. Ampliació del concepte de límit: límit infinit i límit a l'infinit. Infinites i infinitèsims. Càlcul de límits. Introducció de les funcions elementals: exponencial, trigonomètriques, hiperbòliques,...</p>	
<p>Funcions reals de variable real. Continuitat</p>	<p>Dedicació: 28h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 17h 30m</p>
<p>Descripció: Continuitat d'una funció en un punt. Tipus de discontinuïtats. Funcions contínues. Propietats. Teoremes de funcions contínues. Continuitat uniforme. Teorema de Heine.</p>	
<p>Derivabilitat de funcions reals de variable real</p>	<p>Dedicació: 46h</p> <p>Grup gran/Teoria: 11h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 30h</p>
<p>Descripció: Derivabilitat d'una funció en un punt. Recta tangent. Funció derivada. Derivabilitat i continuïtat. Regles de derivació. Derivades d'ordre superior. Derivació implícita. Teoremes sobre funcions derivables. Aproximació local de funcions: teorema de Taylor i conseqüències. Extrems de funcions. Optimització.</p>	
<p>Funcions integrables. La integral de Riemann</p>	<p>Dedicació: 33h</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció: Funció primitiva. Càlcul de primitives. Mètodes d'integració: per parts, per canvi de variable. Integració de funcions racionals. Integració de funcions trigonomètriques. Integral inferior i superior. Definició d'integral de Riemann. Propietats. Funcions Riemann-integrables. Integració i continuïtat. Integració i derivació. Teorema Fonamental del Càlcul. Integral definida i primitives: Regla de Barrow. Teorema del valor mitjà. Aplicacions de la integral.</p>	

## 200001 - CV - Càlcul en una Variable

### Sistema de qualificació

La nota de l'assignatura consta de tres parts:

1. Avaluació continuada (AC). Seran proves de curta durada al final de cada tema.
2. Examen parcial (EP). Un examen a meitat de quadrimestre, que no elimina matèria.
3. Examen final (EF), on entrarà tot el temari de l'assignatura.

La nota final (NF) es calcularà de la següent manera:

$$NF = \max\{0.60 \cdot EF + 0.25 \cdot EP + 0.15 \cdot AC; 0.75 \cdot EF + 0.25 \cdot EP; EF\}$$

### Bibliografia

Bàsica:

- Ortega, Joaquim M. *Introducció a l'anàlisi matemàtica*. 2a ed. Bellaterra: Publicacions UAB, 2002. ISBN 8449022711.
- Burgos, Juan de. *Cálculo infinitesimal de una variable*. 2a ed. Madrid: Mc Graw Hill, 2007. ISBN 9788448156343.
- Apostol, T.M. *Análisis matemático*. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1991. ISBN 8429150048.
- Spivak, Michael. *Calculus*. Barcelona: Reverte, 1995. ISBN 84-291-5137-0.

Complementària:

- Estela, M.R., Saà, J. *Cálculo con soporte interactivo en Moodle*. Madrid: Pearson Educación, 2008. ISBN 978-84-832-2480-9.
- Bartle, G.B.; Sherbert, D.R. *Introducción al análisis matemático de una variable*. 2a ed. México: Limusa, 1996. ISBN 9681851919.
- Larson, R.E.; Hostetler, R.P.; Edwards, B.H. *Cálculo*. 8a ed. Madrid: Mc. Graw Hill, 2006. ISBN 9701052749 (V. 1).
- Estela M.R., Serra, A. *Cálculo : ejercicios resueltos*. Madrid: Pearson Educación, 2008. ISBN 9788483224816.
- Estela, M.R. *Fonaments de càlcul per a l'enginyeria*. Barcelona: Edicions UPC, 2008. ISBN 978-84-8301-969-6.

## 200006 - CI - Càlcul Integral

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV

Curs: 2011

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)

Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ANTONI RAS SABIDO

Altres:

JAIME FRANCH BULLICH - A, B  
JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - A, B  
ANTONI RAS SABIDO - A, B

### Horari d'atenció

Horari: A determinar

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. 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

## 200006 - CI - Càlcul Integral

o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

11. 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.

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.

### Metodologies docents

Les classes de teoria serviran per presentar i desenvolupar els continguts de l'assignatura.

Hi haurà una llista de problemes extensa, que n'inclourà els resultats però no la resolució, de manera que alguns dels exercicis es resoldran a classe i d'altres es deixaran com a feina personal de les i els estudiants, a fi que puguin madurar, amb aquests exercicis, els conceptes explicats a classe.

A les sessions de problemes es resoldran els problemes més significatius de l'assignatura i aquells en els quals l'alumnat hagi tingut dificultats especials. Durant aquestes sessions es plantejaran diferents estratègies per encarar els problemes i es justificarà l'elecció d'aquella que sigui més adient. En aquest sentit, es procurarà fomentar la participació activa dels estudiants. Per això i per afavorir-ne el seguiment continuat, se'ls proposarà la resolució de determinats problemes de la llista, de forma individual o en grups petits i se'ls retornaran amb les correccions escaients. Les condicions de lliurament s'establiran en cada cas.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- Saber decidir sobre el caràcter de les integrals impròpies d'una variable i calcular-les.
- Saber decidir sobre el caràcter de les sèries numèriques i sumar-ne algunes d'elles.
- Conèixer la construcció de la integral de Riemann per a funcions de diverses variables i saber-les calcular.
- Saber parametritzar corbes i superfícies.
- Saber calcular integrals de línia i de superfície.
- Conèixer, entendre i saber aplicar els teoremes integrals clàssics: Green, Stokes i Gauss
- Conèixer aplicacions geomètriques de les integrals.
- Entendre i saber operar amb formes diferencials.
- Conèixer i comprendre la versió amb formes diferencials del teorema de Stokes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

## 200006 - CI - Càlcul Integral

<p>1. Integrals impròpies d'una variable i sèries numèriques</p>	<p>Dedicació: 37h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 25h</p>
<p>Descripció: Definicions. Criteris de convergència per a sèries numèriques i integrals impròpies. Relació entre integrals impròpies i sèries. Integrals impròpies que depenen de paràmetres.</p>	
<p>2. Integrals de funcions de diverses variables</p>	<p>Dedicació: 49h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 33h</p>
<p>Descripció: Construcció de la integral de Riemann per a funcions de diverses variables. Teorema de Lebesgue d'integrabilitat. Teorema de Fubini. Teorema del canvi de variable. Aplicacions. Integrals impròpies de funcions de diverses variables.</p>	
<p>3. Integrals sobre corbes i superfícies</p>	<p>Dedicació: 30h 30m Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 20h 30m</p>
<p>Descripció: Corbes parametritzades. Integral de camps escalars i vectorials sobre corbes. Invariància respecte de la parametrització. Superfícies parametritzades. Integral de camps escalars i vectorials sobre superfícies. Invariància respecte de la parametrització.</p>	
<p>4. Teoremes integrals</p>	<p>Dedicació: 38h 30m Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 5h Activitats dirigides: 26h</p>
<p>Descripció: Gradient, divergència i rotacional. Teoremes de Green, Stokes i Gauss. Aplicacions: camps conservadors i solenoidals.</p>	



## 200006 - CI - Càlcul Integral

5. Formes diferencials	Dedicació: 32h 30m Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 22h
Descripció: Repàs d'àlgebra multilíneal. Formes diferencials a $\mathbb{R}^n$ i a subvarietats. Derivada exterior. Integració de formes. Teoremes integrals.	

## Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial i un examen final.

La nota de l'avaluació continuada serà la nota de l'examen parcial, eventualment modificada a l'alça en funció dels lliuraments d'exercicis per part de l'alumnat.

La qualificació final serà la màxima entre la de l'examen final i el resultat de ponderar la nota d'avaluació continuada (amb un pes del 30%) i la de l'examen final (amb un pes del 70%).

## Bibliografia

Bàsica:

Cerdà Martín, J. L. *Càlcul integral*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2001. ISBN 848338261X.

Marsden, Jerrold E.; Hoffman, Michael J. *Elementary classical analysis*. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1993. ISBN 0716721058.

Marsden, Jerrold E.; Tromba, Anthony J. *Cálculo vectorial*. 5ª ed. Madrid: Addison Wesley, 2004. ISBN 8478290699.

Pascual Gainza, Pere (ed.). *Càlcul integral per a enginyers*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2002. ISBN 8483016273.

Zorich, Vladimir A. *Mathematical Analysis II*. Berlin: Springer, 2004. ISBN 3540406336.

Complementària:

Bombal Gordon, F.; Rodríguez Marín, L.; Vera Botí, G.. *Problemas de análisis matemático. Vol. 3*. 2a ed. Madrid: AC, 1987. ISBN 8472881024.

Bressoud, David M. *Second year calculus : from celestial mechanics to special relativity*. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797606X.

Greenberg, Michael D. *Foundations of applied mathematics*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. ISBN 0133296237.

Spivak, Michael. *Cálculo en variedades*. Barcelona: Reverté, 1970. ISBN 8429151427.

Wade, William R. *An Introduction to analysis*. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2009. ISBN 0321656849.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: MERCEDES OLLE TORNER

Altres:

JOSE TOMAS LAZARO OCHOA - A  
MERCEDES OLLE TORNER - A

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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.
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.

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

### Metodologies docents

Classes de teoria (3h per setmana): presentació i anàlisi dels continguts.  
Classes de problemes/pràctiques (2h per setmana): es faran exercicis d'una llista i es tutoritzaran pràctiques que els estudiants portaran a terme a l'aula de pc.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Donar una formació i visió de l'abast dels mètodes numèrics existents sobre derivació i integració numèrica, aproximació, càlcul de zeros de funcions i sistemes no lineals i una introducció als mètodes numèrics per resoldre equacions diferencials.

Mitjançant sessions de resolució de problemes i de pràctiques, es preten, d'una banda, que els estudiants assimilïn els continguts explicats a teoria, i d'altra, que assoleixin un cert grau d'eficiència en programació aplicada (en llenguatge C/C++ o Octave/Matlab) suficient per implementar els diferents mètodes explicats o que apareixen a la bibliografia.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

1. Mètodes iteratius per a sistemes lineals. Precondicionadors.	Dedicació: 21h Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 4h Aprenentatge autònom: 12h
Descripció: Mètodes iteratius de Jacobi, Gauss-Seidel i sobrellaxació. Convergència.	

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

<p>2. Aproximació.</p>	<p>Dedicació: 38h Grup gran/Teoria: 12h Grup petit/Laboratori: 7h Aprentatge autònom: 19h</p>
<p>Descripció: Introducció: problema general d'aproximació funcional. Aproximació per mínims quadrats. Interpretació geomètrica. Resolució de les equacions normals. Cas d'aproximació polinomial: polinomis ortogonals. Aproximació de Fourier.</p>	
<p>3. Integració numèrica.</p>	<p>Dedicació: 35h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 6h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció: Derivació i integració numèriques. Fòrmules de Newton-Cotes. Error. Regles compostes. Fórmula d'Euler-McLaurin. Integració gaussiana. Extrapolació.</p>	
<p>4. Resolució d'equacions no lineals.</p>	<p>Dedicació: 33h Grup gran/Teoria: 8h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció: Plantejament dels mètodes iteratius. Mètode de la bisecció, Newton, secant i iteració simple. Criteris de convergència, ordre i eficiència. Acceleració de la convergència.</p>	
<p>5. Resolució de sistemes no lineals.</p>	<p>Dedicació: 27h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 3h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció: Mètode d'iteració simple. Mètode de Newton. Criteris de convergència.</p>	

## 200153 - CN - Càlcul Numèric

6. Introducció a la resolució d'equacions diferencials ordinàries.	Dedicació: 33h 30m Grup gran/Teoria: 7h Grup petit/Laboratori: 5h Aprentatge autònom: 21h 30m
Descripció: Mètode d'Euler. Mètodes d'un pas: Runge-Kutta i Taylor. Control de pas.	

**Sistema de qualificació**

Hi haurà una nota d'avaluació continuada (AC) basada en les pràctiques, un examen parcial eliminatori a meitat de quadrimestre i l'examen final que constarà d'una part teòrica i una de problemes.

La nota final NF serà el resultat d'aplicar la fórmula

$$NF = 0.25AC + 0.75E$$

on E serà la nota resultant dels examens.

**Bibliografia**

Bàsica:

Aubanell, Anton; Benseny, Antoni; Delshams, Amadeu. *Eines bàsiques de càlcul numèric*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 1991. ISBN 8479292318.

Bonet Reves, Carles...[et al.]. *Càlcul numèric*. Barcelona: Edicions UPC, 1994.

Stoer, Josef; Bulirsch, R. *Introduction to numerical analysis*. 3a ed. New York [etc.]: Springer, cop, 2002. ISBN 038795452X.

Grau Sánchez, Miquel; Noguera Batlle, Miquel. *Càlcul numèric*. Barcelona: Edicions UPC, 1993. ISBN 8476532563.

Complementària:

Ortega, James M.; Poole, William G., Jr. *An Introduction to numerical methods for differential equations*. Marshfield, Mass: Pitman, cop, 1981. ISBN 0273016377.

Quarteroni, Alfio; Saleri, Fausto. *Scientific Computing with MATLAB and Octave*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. ISBN 9783540326120.

Isaacson, Eugene; Keller, Herbert Bishop. *Analysis of numerical methods*. New York: Dover, cop, 1994. ISBN 0486680290.

Henrici, P.. *Elementos de análisis numérico*. México: Trillas, 1972. ISBN 9682402131.

Press, W.H. ... [et al.]. *Numerical recipes: the art of scientific computing*. Cambridge [etc.]: Cambridge University, 1986.

Mathews, John H.; Fink, Kurtis D. *Métodos numéricos con MATLAB*. Madrid [etc.]: Prentice Hall, 2008. ISBN 8483221810.

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: RAFAEL RAMIREZ ROS  
Altres: JOAQUIM PUIG SADURNI - A  
RAFAEL RAMIREZ ROS - A

### Horari d'atenció

Horari: A convenir per e-mail.

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal i multilinear, càlcul diferencial e integral, topologia, física, informàtica i variable complexa.

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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.

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

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.

### Metodologies docents

L'assignatura consta de 3 hores a la setmana de classes expositives (classes magistrals) i 2 hores a la setmana de resolució de problemes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Un cop finalitzada la assignatura, l'estudiant ha de ser capaç de: 1) Aplicar correctament els teoremes fonamentals sobre EDOs; 2) Resoldre diverses EDOs simples (lineals de primer ordre, separables, Bernoulli, Ricatti, lineals a coeficients constants, etc.); 3) Dibuixar el croquis de sistemes de EDOs lineals a coeficients constants 2D i 3D; 4) Determinar l'estabilitat dels sistemes de EDOs lineals a coeficients periòdics; i 5) Determinar l'estabilitat d'algunes solucions simples de sistemes d'EDO no lineals.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

Teoremes fonamentals	Dedicació: 60h Grup gran/Teoria: 18h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 36h
Descripció: Motivació de l'assignatura. Interpretació geomètrica d'una EDO: camps de vectors. Problemes de valor inicial (PVI). Teoremes d'existència i unicitat. Solucions maximals. Regularitat respecte condicions inicials i paràmetres.	

## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

Mètodes particulars de resolució	Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprenentatge autònom: 15h
Descripció: EDOs lineals de primer ordre. EDOs separables i factor integrant. Canvis de variable. EDOs homogènies, de Bernoulli, de Ricatti, de Lagrange i de Clairaut.	
Equacions y sistemes lineals	Dedicació: 50h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprenentatge autònom: 30h
Descripció: Sistemes homogenis: matrius fonamentals i matriu principal. Sistemes no homogenis: fórmula de variació de paràmetres. Fórmula de Liouville: evolució del volum per un flux no lineal. Sistemes lineals a coeficients periòdics: teorema de Floquet. EDOs lineals: reducció d'ordre, polinomi característic, oscil.lacions, coeficients indeterminats, variació de paràmetres, etc.	
Introducció a la teoria qualitativa	Dedicació: 27h 30m Grup gran/Teoria: 11h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Aprenentatge autònom: 16h 30m
Descripció: Classificació dels sistemes d'EDOs lineals a coeficients constants 2D i 3D. Estabilitat dels sistemes d'EDOs lineals a coeficients periòdics. Estabilitat d'algunes solucions simples de sistemes no lineals.	
Repàs	Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 15h
Descripció: Aquest repàs està pensat per resoldre la discrepància entre les 75 classes presencials que preveu la normativa i les (aproximadament) 65 classes presencials que realment es fan.	



## 200141 - EDOS - Equacions Diferencials Ordinàries

### Sistema de qualificació

Un treball optatiu en grup (T), un examen parcial no eliminatori (P) i un examen final (F). La nota final és  
$$N = \min(10, 0.1 \cdot T + \max(F, 0.3 \cdot P + 0.7 \cdot F))$$
.

### Normes de realització de les activitats

En tots els exàmens es pot dur un formulari manuscrit en un full de mida DIN A4, excepte a la part de teoria.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Meiss, J.D. *Differential Dynamical Systems* [en línia]. 2007. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. Disponible a: <<http://www.ec-securehost.com/SIAM/MM14.html>>. ISBN 9780898716351.

Tenenbaum, Morris ; Pollard, Harry. *Ordinary differential equations : an elementary textbook for students of mathematics, engineering, and the sciences*. New York: Dover Publications, 1985. ISBN 0486649407.

Teschl, Gerald. *Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems* [en línia]. Providence: Amer. Math. Soc., 2011. Disponible a: <<http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/>>.

Sotomayor, Jorge. *Lições de equações diferenciais ordinárias*. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.

Arnol'd, V. I. (Vladimir Igorevich), 1937-. *Ordinary Differential Equations*. Cambridge (Massachusetts): The Mit Press, 1973. ISBN 0262010372.

Braun, Martin. *Differential Equations and their Applications*. 4a ed. Springer-Verlag, 1993. ISBN 0387978941.

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcials

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: XAVIER CABRE VILAGUT

Altres:

XAVIER CABRE VILAGUT - A  
JAIME HARO CASES - A  
JOAQUIM SERRA MONTOLÍ - A

### Capacitats prèvies

Les obtingudes a les assignatures ja realitzades al Grau.

### Requisits

Els obtinguts a les assignatures ja realitzades al Grau.

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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.

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcials

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.

### Metodologies docents

Classes de teoria amb l'exposició de conceptes nous i repàs d'altres ja estudiats en assignatures prèvies. Consistiran en exposicions per part del professor dels enunciats, demostracions i exemples. En les classes de problemes: resolució de problemes d'una col·lecció proposada prèviament a l'alumne. Entre els objectius de l'assignatura tindrà un bon pes la resolució de problemes, alguns d'ells fomentant i prioritzant la intuïció i la creativitat de l'alumne.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- Conèixer i saber calcular amb els mètodes de separació de variables i sèries de Fourier i amb el mètode de solucions fonamentals.
- Conèixer tant els principis del màxim i les seves conseqüències com els mètodes de càlcul integral (energia, principi de Dirichlet) i conseqüències.
- Conèixer la relació entre el Laplacà i l'equació de la calor amb els camins aleatoris, el Laplacà discret, les densitats de probabilitat i la gaussiana. Aquí el caràcter abstracte i conceptual serà prioritari.
- Conèixer i saber calcular amb el mètode de les característiques.
- L'assignatura ha de servir per repassar i refermar bastants conceptes de Càlcul i d'Anàlisi Matemàtica apresos per l'estudiant en assignatures anteriors. Degut al gran nombre d'eines que usa la teoria d'EDPs també es repassaran conceptes apresos a altres assignatures obligatòries: variable complexa, EDOs, Probabilitat, Numèric.
- El curs ha de servir també per a motivar i preparar cursos posteriors, optatius o de postgrau, com l'Anàlisi Funcional, Ampliacions d'EDPs, Matemàtica Financera i Numèric per EDPs.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcials

<p>Introducció</p>	<p>Dedicació: 29h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 15h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fórmula d'integració per parts; l'equació de la calor a partir de principis físics i del teorema de la divergència; condicions de contorn i inicials; problemes ben plantejats.</li> <li>2. Exemples d'EDPs importants i del que modelitzen. L'equació lineal del transport.</li> </ol>	
<p>L'equació de difusió o de la calor</p>	<p>Dedicació: 48h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 10h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 30h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. L'equació de difusió en dominis acotats (solució per separació de variables i sèries de Fourier; mètode d'energia i unicitat; principi del màxim i unicitat).</li> <li>4. L'equació de difusió a <math>R^n</math> (solució fonamental; delta de Dirac; convolució; teorema d'existència i unicitat; regularitat; equacions no homogènies i principi de Duhamel).</li> <li>5. L'equació de difusió a partir del passeig aleatori (passeig aleatori i propagació d'errors; relació entre les funcions calòriques i les densitats de probabilitat i la distribució gaussiana).</li> </ol>	
<p>Les equacions de Laplace i de Poisson</p>	<p>Dedicació: 48h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 10h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 30h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Propietats de les funcions harmòniques (exemples; separació de variables i l'equació de Poisson a la bola; propietat de la mitjana, principi del màxim i unicitat; principis de Harnack i Liouville; relació entre les funcions harmòniques, els camins aleatoris, el Laplacà discret i les probabilitats de sortida).</li> <li>7. Solució fonamental i funció de Green (potencial newtonià; funcions de Green; mètode de reflexions: funció de Green al semi-espai i a la bola).</li> <li>8. El principi de minimització de Dirichlet i el mètode d'energia.</li> </ol>	

## 200142 - EDPS - Equacions en Derivades Parcial

Equacions de primer ordre	Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Apreneatge autònom: 15h
Descripció: 9. L'equació lineal del transport (ones viatgeres, característiques, estabilitat). 10. Equacions de primer ordre quasilineals (exemples: dinàmica del transit, equació de Burgers; mètode de les característiques; problema de Riemann, xocs i condició d'entropia).	
L'equació d'ones	Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Apreneatge autònom: 22h 30m
Descripció: 11. Tipus d'ones. Dispersió. Equació de la corda vibrant (derivació; energia; separació de variables). 12. L'equació d'ones a $\mathbb{R}$ (fórmula de d'Alembert; solució fonamental; equacions no homogènies; domini de dependència i domini d'influència; propagació i reflexions d'ones). Classificació de les EDPs lineals de segon ordre: varietats característiques i forma canònica. 13. L'equació d'ones a $\mathbb{R}^3$ i $\mathbb{R}^2$ (fórmules de Kirchoff i de Poisson; principi de Huygens).	

### Sistema de qualificació

Hi haurà primer la nota d'un examen parcial (CP). Hi haurà també la nota de l'examen final (F). La nota final de l'assignatura serà el màxim entre F i  $(0,3 \cdot CP + 0,7 \cdot F)$ .

### Normes de realització de les activitats

A les proves no es podrà tenir material docent ni notes de classe ni formularis. L'examen parcial no eliminarà matèria del final.

### Bibliografia

Bàsica:

Salsa, Sandro. *Partial differential equations in action: from modelling to theory*. Milan: Springer, 2008. ISBN 9788847007512.

Peral, Irene. *Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales*. Argentina: Addison-Wesley, 1995. ISBN 0201653575.

Complementària:

Pinchover, Yehuda ; Rubinstein, Jacob. *An introduction to partial differential equations*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 978052161323X.

Strauss, W.A.. *Partial differential equations: an introduction*. New York: Wiley, 2008.

## 200132 - EST - Estadística

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JAN GRAFFELMAN

Altres:

JAN GRAFFELMAN - A  
NÚRIA PORTA BLEDA - A  
JOSEP ANTON SÁNCHEZ ESPIGARES - A

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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.
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.

## 200132 - EST - Estadística

### Metodologies docents

Pel que fa la docència presencial, el curs té 5 hores de classes per setmana, de les quals 3 es dediquen a classes de teoria, i 2 a problemes o pràctiques.

Classes de teoria:

Les classes de teoria son principalment classes magistrals del professor de teoria. Es desenvolupen demostracions a la pissarra, i es resumeixen conceptes importants amb transparències. Es presenten exemples detallats, amb especial èmfasi en l'aplicació de l'estadística a problemes reals. Es fa servir del campus virtual Atenea per difondre material emprat a classe.

Classes de problemes:

El professor de problemes presenta amb antelació l'enunciat dels exercicis que els estudiants han de resoldre. A classe, el professor (o un dels estudiants) exposa i comenta la solució dels exercicis. Els estudiants lliuren exercicis que puntuen. El professor de problemes corregeix exercicis que puntuen. Alguns dels exercicis que puntuen es resolen en horari de classe. Es fa servir del campus virtual Atenea per difondre material emprat a classe.

Classes de laboratori:

El professor de laboratori presenta amb antelació l'enunciat amb el qüestionari de la pràctica via la pàgina web de l'assignatura. Els estudiants arriben a classe amb el qüestionari imprès, descarreguen les dades per la pràctica de la web, i resolen el qüestionari a classe en grups de 2 amb el programa R. Hi haurà sis pràctiques de laboratori. El professor de laboratori atén els dubtes dels estudiants durant al sessió. Al final de la classe el professor de pràctiques recull els qüestionaris.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'estudiant que ha cursat Estadística:

1. És capaç de realitzar i interpretar estadística descriptiva bàsica amb un programari estadístic.
2. És capaç de fer inferència estadística amb un programari estadístic i correctament interpretar els resultats obtinguts.
3. Pot formular la diferència entre les dues escoles en l'estadística, la freqüentista i la bayesiana.
4. És capaç d'obtenir analíticament estimadors de moments, estimadors de màxima versemblança i estimadors bayesians per a paràmetres de les lleis més conegudes.
5. És capaç de comparar diferents estimadors i triar l'estimador òptim segons algun criteri d'optimalitat (biaix, error quadràtic mig).
6. És capaç de dissenyar un test òptim per determinats contrastos de hipòtesi sobre paràmetres de distribucions, aplicant el criteri de Neyman-Pearson i la raó de la versemblança generalitzada.
7. És capaç de formular la diferència entre tests paramètrics i no paramètrics.
8. És capaç de aplicar els tests paramètrics clàssics (test Z de la normal, t de student amb mostres independents i dades aparellades, F per igualtat de variàncies) a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
9. És capaç de aplicar els tests no-paramètrics més habituals (Chi-quadrat per independència, prova de signes) a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
10. És capaç de llegir i entendre la inferència i l'estadística descriptiva realitzat en un article científic publicat.

## 200132 - EST - Estadística

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

#### 1. INTRODUCCIÓ

Descripció:

- 1.1. Estadística descriptiva univariant, bivariant i multivariant.
- 1.2. Població i mostra.
- 1.3. Cas pràctic: una base de dades gegantesca. Com extreure informació?

#### 2. ESTIMACIÓ PUNTUAL

Descripció:

- 2.1. Mètode dels moments.
- 2.2. Mètode de màxima versemblança.
- 2.3. Inferència freqüentista versus inferència bayesiana.
- 2.4. Estimació Bayesiana.
- 2.5. Cas pràctic: quina és la velocitat de la llum?

#### 3. AVALUACIÓ D'ESTIMADORS

Descripció:

- 3.1. Propietats d'estimadors: biaix, variància, error quadràtic mig, suficiència, consistència, eficiència.
- 3.2. Teorema de Cramér-Rao. Informació de Fisher.
- 3.3. Teorema de Rao-Blackwell.

#### 4. PROVES D'HIPÒTESI

Descripció:

- 4.1. Ingredients bàsics de la prova d'hipòtesi. Hipòtesi nul·la i alternativa.
- 4.2. Error tipus 1 i 2, potència.
- 4.3. Relació amb intervals de confiança.
- 4.4. Criteri de Neyman-Pearson.
- 4.5. Prova de la raó de la versemblança.
- 4.6. Test del score i test de Wald.
- 4.7. Cas pràctic: l'eficàcia d'un somnífer.



## 200132 - EST - Estadística

### 5. ESTIMACIÓ PER INTERVAL.

Descripció:

- 5.1. Intervals de confiança
- 5.2. Inversió d'un contrast d'hipòtesi.
- 5.3. Quantitats pivotals.
- 5.4. Intervals bayesians.
- 5.5. Cas pràctic: estimar la probabilitat d'un neonat femení.

### 6. INTRODUCCIÓ A L'ESTADÍSTICA NO PARAMÈTRICA.

Descripció:

- 6.1. Estadística paramètrica versus estadística no paramètrica.
- 6.2. Prova de chi quadrat per independència i per homogeneïtat.
- 6.3. Prova de signes.
- 6.4. Prova de rangs signats.
- 6.5. Cas pràctic: la relació entre ADN i risc de càncer de colon.

### 7. EL MODEL LINEAL.

Descripció:

- 7.1. Regressió lineal simple.
- 7.2. Supòsits del model lineal. Estimació per mínims quadrats.
- 7.3. Bondat d'ajust i coeficient de determinació. Coeficient de correlació.
- 7.4. Predicció.
- 7.5. Anàlisi de residus.
- 7.6. Cas pràctic: sous de homes i dones. Hi ha discriminació?

### Sistema de qualificació

L'avaluació recull els elements: examen final, examen parcial, lliurament de pràctiques de laboratori, lliurament d'exercicis i exercicis d'autoavaluació. L'examen final i l'examen parcial consten de preguntes obertes de teoria i problemes d'inferència a resoldre. Les pràctiques de laboratori són 6 qüestionaris que els estudiants han de omplir en grups de 2. Els exercicis corresponen a 6 enunciats de problemes que els estudiants han de lliurar de manera individual, aproximadament un lliurament de problemes cada 2 setmanes. Els exercicis d'autoavaluació son exercicis amb ordinador dins l'entorn d'E-status. Es publica un conjunt d'exercicis d'inferència estadística dins aquest entorn, i un subconjunt d'aquest forma part de l'avaluació. Es calcula la nota de avaluació continuada (NAC) com a:

$$NAC = 0.5 * N_{Final} + 0.2 * N_{Parcial} + 0.1 * N_{Laboratori} + 0.1 * N_{Exercicis} + 0.1 * N_{E-status}$$

L'examen parcial només es té en compte si no pitjora la nota final del curs. La nota de fi de curs (NF) és el màxim de la nota NAC i la nota de l'examen final:  $NF = \max(NAC, N_{Final})$

## 200132 - EST - Estadística

### Bibliografia

#### Bàsica:

Casella, G., & Berger, R.L.. *Statistical inference*. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury, Pacific Groove, CA, USA., 2002. ISBN 0534243126.

De Groot, M.H. & Schervish, M.J.. *Probability and statistics*. 3rd ed.. Boston: Addison-Wesley, 2002. ISBN 0201524880.

Moore, D.S.. *Estadística aplicada básica*. 2a ed.. Barcelona: Antoni Bosch, 2005. ISBN 8495348047.

#### Complementària:

Dalgaard, P.. *Introductory statistics with R*. 2nd ed.. New York: Springer, 2008. ISBN 9780387790534.

Peck, R...[et al.]. *Statistics: a guide to the unknown*. 4th ed. Duxbury Resource Center, 2005.

Bartoszynski, R. & Niewiadomska-Bugaj, M.. *Probability and statistical inference*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005.

Wasserman, L.. *All of statistics: a concise course in statistical inference*. Pittsburgh: Springer, 2010. ISBN 9781441923226.

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSE BURILLO PUIG

Altres:  
JOSE BURILLO PUIG - A  
ABDÓ ROIG MARANGES - A  
ENRIC VENTURA CAPELL - A

### Capacitats prèvies

Sobre tot, els continguts abstractes obtinguts a Fonaments de la matemàtica (teoria de conjunts, aplicacions injectives i exhaustives, relacions d'equivalència), així com l'aritmètica modular i els primers conceptes de divisibilitat (algorisme d'Euclides). Igualment, els coneixements d'Àlgebra Lineal (subespai, espai quocient).

### Requisits

Les assignatures de Fonaments de la matemàtica i d'Àlgebra Lineal.

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

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.

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.

### Metodologies docents

Tradicional: Classe de teoria i de problemes, amb una llista de problemes que serà tractada a classe de grup reduït. Excepcionalment (dos o tres cops durant el curs) hi haurà classes "aplicades" de temes interessants que no són exactament del curs, però relacionats amb ell.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu últim de l'assignatura és familiaritzar els estudiants amb els conceptes bàsics de l'àlgebra més enllà de la lineal, així com aprofundir en l'abstracció que proporcionen els continguts de caire algebraic.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

Conceptes previs	Dedicació: 12h 30m Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprenentatge autònom: 7h 30m
Descripció: Conjunts, aplicacions, injectivitat i exhaustivitat. Relacions d'equivalència, conjunt quocient. Operacions internes i externes. Homomorfismes i isomorfismes. Operacions compatibles amb una relació d'equivalència i descens de l'estructura algebraica al quocient. El primer teorema d'isomorfia per a conjunts.	

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

<p>Grups</p>	<p>Dedicació: 50h</p> <p>Grup gran/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 30h</p>
<p>Descripció:</p> <p>Definició de grup, primeres propietats i exemples. Subgrups, classes laterals, subgrup normal i grup quocient. Homomorfismes, teoremes d'isomorfia. Teorema de Lagrange, ordre d'un element, grups cíclics. Conjugacions, commutadors, centralitzadors, normalitzadors. Grups simètric i alternat. Grups simples, simplicitat de <math>A_n</math>, <math>n &gt; 4</math>. Accions de grups en conjunts. Teorema de Cayley. p-grups, teoremes de Sylow. Aplicacions a la classificació completa de grups finits de certs cardinals. Grups infinits, grup lliure (no abelià). Presentacions d'un grup per generadors i relacions.</p>	
<p>Anells</p>	<p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <p>Definició d'anell commutatiu, domini, cos de fraccions. Ideals i anell quocient. Ideals primers i maximals. Divisibilitat. Anells factorial, principals, i euclidià, implicacions i exemples. L'anell de polinomis. Lema de Gauss. Polinomis simètrics.</p>	
<p>Mòduls</p>	<p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <p>Definició de mòdul sobre un anell (conmutatiu). Similituds i diferències amb l'àlgebra lineal. Submòdul, mòdul quocient. Generadors, mòdul lliure, torsió. Teorema d'estructura de mòduls finitament generats sobre dominis d'ideals principals. Aplicacions a la classificació de grups abelians finitament generats i a la forma de Jordan.</p>	
<p>Cossos</p>	<p>Dedicació: 37h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <p>Exemples de cossos. Característica, immersió, adjunció d'elements. Cossos finits, classificació. Extensions algebraiques, extensions finites, grau d'una extensió. Clausura algebraica. Extensions transcendents, grau de transcendència.</p>	

## 200112 - EALG - Estructures Algebraiques

### Sistema de qualificació

Exàmen parcial i final. La nota s'obtéindrà com la millor de les dues qualificacions següents: la de l'examen final, o bé 70% de la nota del final més 30% de la nota del parcial.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Artin, Michael. *Algebra*. 2nd. Boston: Prentice-Hall, 2011. ISBN 9780132413770.

Lang, Serge. *Algebra*. 3rd ed. rev.. New York: Springer, 2002. ISBN 038795385X.

Dummit, D.S.; Foote, R.M.. *Abstract algebra*. 3rd ed.. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0471452343.

Garrett, P.B.. *Abstract algebra* [en línia]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2008 [Consulta: 31/05/0011]. Disponible a: <[http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole\\_with\\_TOC.pdf](http://www.math.umn.edu/~garrett/m/algebra/Whole_with_TOC.pdf)>. ISBN 9781584886891.

Jacobson, Nathan. *Basic algebra (vol.1)*. 2nd ed.. Mineola, NY: Dover, 2009. ISBN 9780486471891.

#### Complementària:

Hungerford, T.W.. *Algebra*. New York: Springer-Verlag, 1974. ISBN 0387905189.

Albert, A.A.. *Modern Higher Algebra*. Chicago: University of Chicago Press, 1937.

Sigler, L.E.. *Algebra*. New York-Heidelberg: Springer, 1981. ISBN 3540901957.

Bogopolski, Oleg. *Introduction to group theory*. Zürich: European Mathematical Society, 2008. ISBN 978-3-03719-041-8.

Atiyah, M.F.; Macdonald, G.. *Introducción al álgebra conmutativa*. Barcelona: Reverté, 1973. ISBN 8429150080.

Shafarevich, I.R.. *Basic notions of algebra*. Berlin: Springer, 2005. ISBN 3-540-25177-4.

## 200021 - FIS - Física

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 720 - FA - Departament de Física Aplicada  
726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: FRANCISCO MARQUES TRUYOL

Altres:  
FRANCISCO MARQUES TRUYOL - A, B  
LLORENÇ ROSELLÓ SAURÍ - A, B  
ANA MARIA SERRA TORT - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. CG-4. Saber abstroure 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.
11. 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.

## 200021 - FIS - Física

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.

### Metodologies docents

L'activitat docent s'articula en cinc hores setmanals, tres de teoria i dues de problemes. Les classes de teoria serviran per presentar i desenvolupar el temari. Els alumnes disposaran de material docent de cada tema, en forma de resums i col·leccions de problemes que apareixeran a la web de l'assignatura.

En les sessions de problemes es resoldran, d'entre els exercicis i problemes proposats, aquells que es considerin més il·lustratius. Es procurarà fomentar la participació activa dels estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Coneixer les lleis de Newton.

Saber deduir les equacions de la dinàmica de sistemes de partícules.

Coneixer la cinemàtica i dinàmica en sistemes accelerats.

Entendre els conceptes de treball i energia.

Manejar el potencial gravitatori.

Coneixer les lleis que governen el camp elèctric, i el potencial i l'energia electroestàtica.

Coneixer i saber aplicar les lleis de Kirchhoff en circuits elèctrics.

Coneixer les lleis que governen el camp magnètic, i el potencial i l'energia magnetostàtica.

Entendre les simetries i invariàncies de les equacions de la mecànica i l'electromagnetisme, i la seva relació amb les magnituds conservades.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

1. Cinemàtica del punt.	Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h
-------------------------	--



## 200021 - FIS - Física

2. Lleis de Newton.	<p>Dedicació: 22h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 13h 30m</p>
3. Dinàmica de sistemes de partícules puntuals.	<p>Dedicació: 12h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 7h 30m</p>
4. Treball i energia.	<p>Dedicació: 15h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 9h</p>
5. Canvis de sistema de referència.	<p>Dedicació: 12h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 7h 30m</p>
6. Dinàmica del sòlid rígid.	<p>Dedicació: 12h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprentatge autònom: 7h 30m</p>
7. Electroestàtica.	<p>Dedicació: 20h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 12h</p>

## 200021 - FIS - Física

8. Condensadors i Dielèctrics.	Dedicació: 17h 30m Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 10h 30m
9. Conducció elèctrica.	Dedicació: 22h 30m Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprenentatge autònom: 13h 30m
10. Camp magnètic estacionari.	Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 12h
11. Camps depenents del temps i equacions de Maxwell.	Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 12h

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura es farà amb un examen parcial (P) i un final de tota la matèria (F), així com algunes activitats (resolució de problemes) d'avaluació continuada (AC). La nota final s'obtindrà així:

$$\max\{F, 0.8F + 0.2AC, 0.8(0.3P + 0.7F) + 0.2AC\}$$

## 200021 - FIS - Física

### Bibliografia

#### Bàsica:

Alonso, Marcelo; Finn, Edward J. *Física. Vol. I - 2*. Ed. revisada y aumentada. México: Addison-Wesley Iberoamericana, 1986.

Martínez Sancho, Vicent. *Fonaments de Física*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana, 1991.

Feynman, Richard; Leighton, Robert; Sands, Matthew. *Física. Vol. I - 2*. Mexico: Pearson Educación, 1998.

Kittel, Charles; Knight, Walter D.; Ruderman, Malvin A. *Mecánica*. 2ª ed., [reimp.]. Barcelona: Reverté, 2005. ISBN 8429142827.

Purcell, Edward M. *Electricidad y magnetismo*. 2ª ed. Barclona: Reverté, 1988. ISBN 842914319X.

#### Complementària:

Goldstein, Herbert. *Mecánica clásica*. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 8429143068.

Jackson, John David. *Electrodinámica clásica*. 2ª ed. Madrid: Alhambra, 1980. ISBN 8420506559.

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JOSEP MARIA BRUNAT BLAY

Altres:

JOSEP MARIA BRUNAT BLAY - A, B  
JORDI QUER BOSOR - A, B  
VERA SACRISTAN ADINOLFI - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. CG-4. Saber abstroure 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.
11. 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.
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.

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

### Metodologies docents

Les classes de teoria seran essencialment exposicions del professor, incloent exemples detallats. A les classes de problemes hi haurà uns problemes resolts pel professor a tall de model, i altres que exposaran els estudiants.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu central de l'assignatura és ajudar a salvar el pont entre les matemàtiques del batxillerat i les de la universitat, tot donant als estudiants la fonamentació necessària per al desenvolupament dels seus estudis de grau.

Aquest objectiu es desenvolupa en dues línies entrelaçades. La primera és fer conscient a l'estudiant del paper essencial del concepte de demostració dins les matemàtiques. La segona, deixar sòlidament establerts continguts bàsics relacionats amb el llenguatge, amb els conjunts numèrics, i amb elements d'àlgebra.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	45h	24.06%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.04%

### Continguts

El llenguatge de les matemàtiques	Dedicació: 24h 24m Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 14h 24m
Descripció: Demostracions. Tècniques de demostració. El llenguatge de la teoria de conjunts i de la lògica. Operacions amb conjunts, Aplicacions, operacions i relacions. El grup simètric.	
Sistemes numèrics	Dedicació: 73h 12m Grup gran/Teoria: 18h Grup mitjà/Pràctiques: 12h Aprentatge autònom: 43h 12m
Descripció: Nombres naturals, nombres enters i nombres racionals. Descripció constructiva dels nombres reals. Numerabilitat. Nombres complexos.	

## 200003 - FM - Fonaments de la Matemàtica

Elements d'àlgebra	Dedicació: 47h 30m Grup gran/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 22h 30m
Descripció: Divisibilitat a l'anell dels enters. Algorisme d'Euclides. Factorització. Congruències amb nombres enters. Teorema de Fermat. Mòduls primers. Elements primitius. Polinomis en una variable. Algorisme d'Euclides i factorització. Arrels i derivades. Polinomis irreductibles sobre els reals i sobre els complexos. Funcions racionals. Fraccions simples.	

**Sistema de qualificació**

Hi haurà un examen de la primera part de l'assignatura, i un examen final.  
L'examen parcial representa el 35% de la nota final si la qualificació és superior a la del examen final; altrament, només comptarà la nota de l'examen final.

La resolució de problemes proposats al llarg del curs podrà tenir un pes del 10% de la nota final, si la qualificació és superior a la que resulti dels exàmens indicada al paràgraf anterior.

**Bibliografia**

## Bàsica:

Bloch, Ethan D. *Proofs and fundamentals*. Boston: Birkhäuser, 2000. ISBN 0817641114.

Eccles, Peter J. *An Introduction to mathematical reasoning : lectures on numbers, sets, and functions*. New York: Cambridge Universitu Press, 1997. ISBN 0521597188.

Krantz, Steven G. *The elements of advanced mathematics*. 2nd. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584883030.

Rossen, Kenneth H. *Matemática discreta y sus aplicaciones*. 5a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2004. ISBN 8448140737.

## Complementària:

Antoine, R.; Camps, R.; Moncasi, J. *Introducció a l'àlgebra abstracta : amb elements de matemàtica discreta*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2007. ISBN 9788449025150.

Courant, R. *¿Qué son las matemáticas? : conceptos y métodos fundamentales*. México: Fondo de Cultuta Económica, 2002. ISBN 9681667174.

Lang, S. *Basic mathematics*. New York: Springer, 1998. ISBN 0387967877.

Gowers, Tim. *Matemáticas: una breve introducción*. Alianza Editorial, 2008.

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: JAUME AMOROS TORRENT

Altres:

JAUME AMOROS TORRENT - A, B  
ALBERT COMPTA CREUS - A, B  
RAFAEL RAMIREZ ROS - A, B

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. CG-4. Saber abstroure 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.
11. 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.
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.

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

### Metodologies docents

L'assignatura té cinc hores de classe setmanals, tres de teoria i dues de problemes. Hom preveu un quadrimestre amb 13-14 setmanes lectives.

A les classes de teoria s'exposen els continguts del programa, combinats amb demostracions i exemples.

A les classes de problemes el professor i els alumnes s'alternen en la resolució a la pissarra de problemes de la llista de l'assignatura. El professor anunciarà amb antelació els problemes que es faran de cada llista, de manera que els alumnes els puguin pensar abans de que es discuteixin a classe, i presentar-se voluntaris a resoldre'ls a la pissarra. Si el professor de problemes jutja que la participació voluntària dels alumnes és insuficient, pot dedicar una de cada quatre sessions a que els alumnes treballin a classe en problemes escollits de la llista, i treure'n algun a la pissarra a resoldre'l.

A la classe de teoria el professor presentarà breument diferents temes complementaris, per a que els alumnes interessats puguin formar grups de 3 persones i elaborar un treball expositori d'algun dels temes. Aquest treball opcional es farà per escrit i s'exposarà als professors de l'assignatura al final del quadrimestre.

Aprofitant que els alumnes han practicat amb MATLAB a Àlgebra Lineal Numèrica, a la classe de problemes es faran visites puntuals a l'aula informàtica per a representar funcions complexes com a camps vectorials i fer càlcul i representació de fluxos i transformacions conformes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Presentar les funcions holomorfes en una variable segons les propietats equivalents de ser transformacions conformes i de ser analítiques complexes.

Aplicar el Teorema de Cauchy i l'índex de camins al càlcul d'integrals per residus.

Operar amb sèries de potències reals i complexes, discutir el radi de convergència i el comportament a la frontera.

Il·lustrar així les nocions de convergència puntual, uniforme, uniforme sobre compactes.

Mostrar aplicacions de les funcions holomorfes i transformacions conformes en Matemàtiques i Física.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

1: El pla complex	Dedicació: 4h Grup gran/Teoria: 2h Grup mitjà/Pràctiques: 2h
2: Funcions holomorfes	Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 7h



## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

3: Sèries de potències	Dedicació: 11h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 5h
------------------------	---

4: Integració local de funcions holomorfes	Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 4h
--	---

5: Integració global de funcions holomorfes	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h
---	---

6: Geometria	Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 4h
--------------	---

### Temes complementaris

#### Descripció:

Aquests temes no entren en el temari del curs. Se'n presentarà breument alguns a classe de teoria, per a que els alumnes interessats puguin llegir sobre ells i, si volen, fer en grup un treball expositori.

- Les funcions gamma i beta d'Euler (es canviaran per altres funcions especials en cas de que aquestes s'estudien a Anàlisi real).
- Funcions generatrius en problemes combinatoris.
- La funció zeta de Riemann i la factorització de nombres primers.
- Funcions multivaluades i les superfícies de Riemann: les funcions el·líptiques.
- El disc com a model de la geometria hiperbòlica.
- Ordre d'una funció entera.

## 200101 - FVC - Funcions de Variable Complexa

### Sistema de qualificació

Es farà un examen parcial a mig quadrimestre, i un examen final en el període previst per la Facultat a tal efecte. Les altres activitats que formaran part de l'avaluació continuada seran opcionals: la resolució de problemes a la pissarra a classe de problemes, i l'elaboració, en grups de tres alumnes, d'un treball expositori sobre algun dels temes complementaris presentats al curs.

L'alumne obtindrà mig punt d'increment de la nota final per cada problema resolt a la pissarra que el professor jutgi ben resolt i no trivial, fins un màxim de dos problemes en el quadrimestre.

Els grups que presentin un treball complementari veuran incrementada la seva nota final en un 15% de la nota que rebí el treball (per exemple, en 1.5 punts sobre 10 si el treball rep un 10).

La nota inicial de l'assignatura serà el màxim entre la nota de l'examen final, i el promig de les notes dels examens parcial i final comptades amb uns pesos del 20% i 80% respectivament.

La nota definitiva de l'assignatura serà la nota inicial més els increments de nota que els alumnes hagin rebut per la resolució de problemes a la pissarra i l'elaboració de treball complementari.

D'aquesta manera l'avaluació continuada té un pes del 30% pels alumnes que participin a la classe de problemes, que pot pujar al 45% fent el treball expositori.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Beck, Matthias; Marchesi, Gerald; Pixton, Dennis. *A first course in complex analysis* [en línia]. San Francisco State University, EE.UU., 2009. Disponible a: <http://math.sfsu.edu/beck/complex.html>.

Levinson, Norman; Redheffer, Raymond M. *Curso de variable compleja*. Barcelona: Reverté, 1981. ISBN 8429150935.

Ortega Cerdà, Joaquim. *Anàlisi Complexa*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Matemàtica Aplicada I, 1997.

#### Complementària:

Ahlfors, Lars Valerian. *Complex analysis: an introduction to the theory of analytic functions of one complex variable*. 3th ed. New York: McGraw Hill, 1979. ISBN 0070006571.

Conway, John B. *Functions of one complex variable*. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1978. ISBN 0387903283.

Freitag, Eberhard; Busam, R. *Complex Analysis*. Berlin: Springer-Verlag, 2005. ISBN 3540257241.

Narasimhan, Raghavan. *Complex analysis in one variable*. Boston: Birkhäuser, 1985. ISBN 0817632379.

Needham, Tristan. *Visual complex analysis*. New York: Clarendon Press, 1997. ISBN 0198534477.

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ

Altres: MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - EXT

MIGUEL ANGEL BARJA YAÑEZ - A, B  
JOSEP ELGUETA MONTO - A, B  
VÍCTOR GONZÁLEZ ALONSO - A, B

### Capacitats prèvies

L'alumne ha de tenir un bon coneixement dels continguts de l'assignatura Àlgebra Lineal. També són necessaris els continguts de l'assignatura Fonaments.

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

9. 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.
10. 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.
11. 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.
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.

### Metodologies docents

Les hores de classe setmanals es distribueixen en tres sessions teòriques i dues de problemes. A les classes teòriques s'exposen els continguts del programa, i s'acompanyen amb exemples i demostracions. L'alumnat compta amb unes notes resum dels continguts, la qual cosa permet dedicar el temps necessari a discutir els punts conceptualment més difícils.

A les classes de problemes es proposen diferents solucions a problemes relacionats amb els continguts de l'assignatura i es discuteixen amb l'alumnat.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és que l'alumnat aprengui els conceptes bàsics de la geometria afí i euclidiana i arribi a manipular-los amb destresa. Més específicament, a nivell de continguts es pretén que l'alumnat:

- Conegui l'aproximació clàssica a la geometria i a l'hora compregui i assimili el que és el seu tractament modern fonamentat en els conceptes i mètodes de l'Àlgebra lineal.
- Compregui la noció d'espai afí (real) com a model matemàtic de l'espai físic i conegui amb cert detall les interioritats del model, en particular les nocions de varietat lineal, d'aplicació afí i els exemples bàsics d'afinitats.
- Conegui la noció de referència en un espai afí com a eina per tal de descriure els objectes anteriors en termes de coordenades.
- Entengui la noció de mètrica com a mètode de formalitzar la noció intuïtiva de distància
- Conegui tots els conceptes bàsics associats a l'estructura d'espai afí euclidià (distàncies, perpendicularitat, projeccions ortogonals,...), així com els conceptes més específics de les dimensions 2 i 3 (angles, producte vectorial), i sàpiga manipular-los (en particular, per a calcular àrees i volums).
- Conegui com són els desplaçaments de la recta, del pla i de l'espai.
- Conegui les figures geomètriques que corresponen a les equacions de segon grau en dimensió 2 i llurs característiques principals, així com algunes nocions referents al cas de dimensió 3.
- Conegui algunes aplicacions pràctiques dels conceptes anteriors, com ara aplicacions a la física i a la tecnologia.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	45h	24.06%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.04%

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

### Continguts

<p>1. ESPAI AFÍ</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Espai afí, varietats lineals, posicions relatives. Sistemes de referència cartesianes i baricèntriques, coordenades. Raó simple. Els teoremes de Thales, Ceva, Menelao i Desargues.</p>	
<p>2. AFINITATS</p>	<p>Dedicació: 29h 20m</p> <p>Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 7h Aprentatge autònom: 13h 20m</p>
<p>Descripció: Afinitats. Propietats bàsiques. El teorema central de la geometria afí. Varietats invariants. Famílies d'afinitats: translacions, homotècies, projeccions y simetries. Classificació de les afinitats en dimensions 1 i 2.</p>	
<p>3. GEOMETRIA EUCLIDIANA</p>	<p>Dedicació: 46h 40m</p> <p>Grup gran/Teoria: 13h Grup mitjà/Pràctiques: 7h Aprentatge autònom: 26h 40m</p>
<p>Descripció: Espai euclidià, mètriques. Distàncies, angles, àrees i volums. Perpendicularitat i projeccions ortogonals. Angles orientats. Producte vectorial. Alguns teoremes clàssics de la geometria plana. Moviments. Estudi i classificació dels moviments en dimensions 1, 2 i 3.</p>	
<p>4. CÒNIQUES</p>	<p>Dedicació: 27h 20m</p> <p>Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 13h 20m</p>
<p>Descripció: Sistemes de referència adaptats. Punts i rectes rellevants. Classificació afí i mètrica. Polaritat respecte d'una cònica. Estudi de propietats afins i mètriques. Introducció a les quàdriques de l'espai; les còniques com a seccions.</p>	

## 200005 - GAE - Geometria Afí i Euclidiana

### Sistema de qualificació

Es proposa una avaluació continuada (AC) basada en la realització d'un examen parcial a meitat de quadrimestre, l'entrega d'exercicis resolts desenvolupats a les classes "holandeses" i la participació a classe de problemes. L'examen final (EF) constarà d'una part dedicada a avaluar les destreses més mecàniques i calculístiques, una part de problemes i una part teòrica de síntesi o reflexió.  
La nota final serà el resultat de:  $NF = \max \{0.3 AC + 0.7 EF, EF\}$

### Normes de realització de les activitats

Als exàmens escrits parcial i final els alumnes no poden portar cap tipus de material.

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Audin, M. *Geometry*. Berlin: Springer Verlag, 2003. ISBN 3540434984.
- Berger, M. *Geometry (vol.1; vol.2)*. Berlin: Springer Verlag, 1987. ISBN 3540116583.
- Coxeter, H.S.M. *Introduction to geometry*. 2nd ed. John Wiley and Sons, 1969. ISBN 0471182834.
- Hernández, Eugenio. *Álgebra y geometría*. 2ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana/UAM, 1994. ISBN 8478290249.
- Xambó, S. *Geometria* [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2001. Disponible a:  
<<http://biblioteca.upc.es/EdUPC/locate.asp?txtAuthor=xambo&txtTitle=&x=0&y=0>>. ISBN 848301226X.

#### Complementària:

- Castellet, M.; Llerena, I. *Àlgebra lineal i geometria*. 4a ed. Publicacions de la UAB, 2000. ISBN 847488943X.
- Hartshorne, R. *Geometry : Euclid and beyond*. Springer-Verlag, 2005. ISBN 0387986502.
- Silvester, J.R. *Geometry : ancient and modern*. Oxford University Press, 2001. ISBN 978-0-19-850825-0.

#### Altres recursos:

Programa GeoGebra

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: PEDRO PASCUAL GAINZA

Altres:

EVA MIRANDA GALCERÁN - A  
PEDRO PASCUAL GAINZA - A  
AGUSTIN ROIG MARTI - A

### Capacitats prèvies

Coneixements de Càlcul Diferencial i Integral en diverses variables.

Coneixements d'Àlgebra i Geometria Lineals. Coneixements bàsics de Topologia.

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

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.

### Metodologies docents

Les classes es distribuïràn en sessions de teoria, sessions de problemes i sessions de pràctiques amb ordinador. A les classes de teoria s'exposaran els conceptes i resultats fonamentals de la matèria. Les sessions de problemes estaran destinades al coneixement de diversos exemples i aplicacions dels resultats fonamentals, així com a desenvolupar els hàbits de càlcul associats. A més, està previst realitzar quatre sessions de laboratori en les quals es representaran diverses corbes i superfícies, i s'implementaran els càlculs dels invariants corresponents.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Aquesta assignatura dona una primera introducció als mètodes i resultats de la Geometria Diferencial, centrant-se al voltant de l'estudi de les corbes i les superfícies de l'espai ordinari. Més específicament, es presenten els objectius següents:

- Corbes: conèixer la curvatura i la torsió d'una corba a l'espai, així com les equacions fonamentals del triedre de Frenet.
- Superfícies: hi ha diversos nivells. En primer lloc entendre les superfícies com exemple de varietat diferencial, mitjançant les cartes locals i els canvis de coordenades. El segon objectiu se centra al voltant de la primera forma fonamental i, en última instància, en la noció de varietat riemanniana. Finalment es presenten la curvatura de Gauss i el teorema egregi i, a partir d'aquest, s'elabora la geometria intrínseca de la superfície. En aquest punt volem destacar la connexió a les geometries no euclidianes.
- S'oferirà també una breu introducció a les varietats de dimensió superior.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts



## 200122 - GD - Geometria Diferencial

<p>1. Corbes al pla i l'espai</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Corbes parametritzades. Recta tangent. Exemples. Corbes regulars, longitud d'arc. Curvatura, vector normal, vector binormal, torsió, triedre i fórmules de Frenet. Teorema fonamental de la teoria de corbes.</p>	
<p>2. Teoria elemental de superfícies</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Superfícies regulars, parametritzacions. Funcions diferenciables sobre superfícies, punts crítics. Pla tangent, recta normal. Diferencial d'una aplicació, difeomorfismes. Geometria en el pla tangent: primera forma fonamental. Geometria en la superfície: mesura de longituds, angles i àrees.</p>	
<p>3. Curvatura de Gauss</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: L'aplicació de Gauss. La diferencial de l'aplicació de Gauss i la segona forma fonamental. Curvatura normal: Teorema de Meusnier. Curvatures principals, línies de curvatura: teoremes de Rodrigues i d'Euler. Curvatures de Gauss i mitjana. Classificació dels punts d'una superfície. Direccions i corbes asimptòtiques. Indicatriu de Dupin.</p>	
<p>4. Exemples de superfícies</p>	<p>Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 2h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 6h</p>
<p>Descripció: Fórmules bàsiques per al càlcul de la segona forma fonamental: equacions de Weingarten. Superfícies planes. Superfícies reglades. Quàdriques. Superfícies de revolució. Superfícies mínimes.</p>	

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

<p>5. Equacions fonamentals de les superfícies</p>	<p>Dedicació: 12h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 6h</p>
<p>Descripció: Isometries, isometries locals. Símbols de Christoffel. Fórmula de Gauss i Teorema Egregi. Equacions de compatibilitat de Codazzi-Mainardi. Teorema de Bonnet.</p>	
<p>6. Geometria sobre les superfícies</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Derivada covariant, transport paral·lel. Curvatura geodèsica, geodèsiques, fórmula de Liouville. Aplicació exponencial, propietat minimal de les geodèsiques. Fórmula de l'excés/defecte per a la suma dels angles d'un triangle. El Teorema de Gauss-Bonnet i aplicacions.</p>	
<p>7. Alguns resultats globals</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Superfícies de curvatura constant: el teorema de Minding. Superfícies completes. Superfícies completes de curvatura constant: l'esfera, el pla i els cilindres, i el teorema de Hilbert. Mètriques i superfícies: el tor pla i les superfícies hiperbòliques de curvatura -1. Geodèsiques en superfícies completes: el teorema de Hopf-Rinow.</p>	
<p>8. Introducció a les varietats diferencials</p>	<p>Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 5h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p>Descripció: Varietats diferencials, funcions diferenciables. Espai tangent, diferencial d'una funció. Valors regulars i subvarietats. Exemples.</p>	

## 200122 - GD - Geometria Diferencial

### Sistema de qualificació

La qualificació de l'assignatura s'obtindrà a partir de:

EP : Examen Parcial  
PL : Pràctiques de laboratori  
EF : Examen Final

segons la ponderació següent:

Nota Final =  $\max(\text{EF}, 0.3 \text{ EP} + 0.1 \text{ PL} + 0.6 \text{ EF})$ .

### Normes de realització de les activitats

Els examens (EF i EP) contindran preguntes teòriques i pràctiques.

Només es permetrà portar un formulari.

### Bibliografia

Bàsica:

- Bär, C.. *Elementary differential geometry*. New York: Cambridge University Press, 2010. ISBN 978-0521721493.
- Carmo, Manfredo Perdigão do. *Differential geometry of curves and surfaces*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1976. ISBN 0132125897.
- Montiel, S. ; Ros, A.. *Curves and surfaces*. Providence: American Mathematical Society, 2005.
- O'Neill, B.. *Elementary differential geometry*. Academic Press - Elsevier, 2007.
- Oprea, J.. *Differential Geometry and its applications*. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 2007.

Complementària:

- Callahan, J.. *The geometry of spacetime: an introduction to special and general relativity*. New York: Springer Verlag, 2000. ISBN 0387986413.
- Cordero, Luís A.; Fernández, M.; Gray, A. *Geometría diferencial de curvas y superficies con Mathematica*. Buenos Aires [etc.]: Addison-Wesley Iberoamericana, 1995. ISBN 0201653648.
- Spivak, M.. *A comprehensive introduction to differential geometry. Vols. 2/3*. 3rd ed. Houston: Publish or Perish, 1999. ISBN 0914098705.
- Weeks, J.R.. *The shape of space*. 2nd. New York: Marcel Dekker Inc., 2002. ISBN 0824707095.

Altres recursos:

- \* Mathematics Stackexchange: <http://math.stackexchange.com/> (Tag: Differential Geometry).
- \* 3D-XplorMath, de Richard Palais: <http://vmm.math.uci.edu/3D-XplorMath/>
- \* Wikipedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)

## 200011 - INF - Informàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - LSI - Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

### Professorat

Responsable: ALVARO VINACUA PLA

Altres:  
M. JOSE BLESA AGUILERA - A, B  
SALVADOR ROURA FERRET - A, B  
ALVARO VINACUA PLA - A, B

### Horari d'atenció

Horari: Hores a convenir

### Capacitats prèvies

Capacitat de raonament abstracte.

### Requisits

Coneixements d'eines informàtiques bàsiques de nivell d'usuari.

### Competències de la titulació a les que 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.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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-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.

## 200011 - INF - Informàtica

2. 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.

10. 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.

### Metodologies docents

A les classes de teoria es presenta el corpus teòric bàsic necessari per a la construcció de programes.

A les sessions de problemes es resolen exercicis, per consolidar els coneixements teòrics i dissenyar els algorismes necessaris per a la resolució dels enunciats plantejats. Estan pensades com una sèrie de sessions participatives en les quals l'estudiant participa amb les seves idees i presenta les seves solucions. Requereixen preparació prèvia per part de l'estudiant.

A les sessions de laboratori, l'estudiant realitza individualment, amb l'ajuda dels professors, exercicis pràctics de programació que mostren l'ús dels conceptes ensenyats a teoria.

Al llarg del curs s'introdueixen components teòriques, que han de ser assimilades pels estudiants. En aquest cas considerem que el mètode més convenient és la resolució de problemes que requereixen l'eina o el concepte introduït. En aquest sentit és fonamental el treball personal de l'estudiant en el disseny e implementació de programes. Aquest esforç es veurà suportat per eines d'autoaprenentatge.

Com a complement es proporcionaran eines d'autoaprenentatge de manera que l'estudiant pogui consolidar el seus coneixements de programació durant les hores d'estudi fora de l'aula. En concret es posarà a disposició dels estudiants una versió adaptada als continguts de la assignatura de una eina de autoaprenentatge de la programació, el "Jutge", desenvolupada dintre del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics per un equip de professors liderat pels professors Jordi Petit i Salvador Roura.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és que l'estudiant sigui capaç d'escriure amb fluïdesa programes correctes i llegibles que resolguin problemes de dificultat mitjana de tractament de seqüències i de dificultat elemental en altres àmbits, en particular problemes amb formulació matemàtica. A més es vol familiaritzar els estudiants amb un entorn informàtic i amb un llenguatge de programació actual, en aquest cas C++. Els estudiants han d'aprendre, d'una banda, a dissenyar i implementar algorismes i d'una altra a utilitzar altres eines informàtiques com editors i compiladors.

Objectius específics:

- Aconseguir que els estudiants se sentin còmodes i siguin fiables en el disseny de programes escrits en un llenguatge imperatiu.
- Conèixer els algorismes bàsics amb dades elementals i estructurades (nombres primers, mcd, recorreguts, cerques, ordenació, matrius...).
- Aplicar el mètode inductiu per resoldre problemes complexos.
- Adquirir uns coneixements de programació orientada a objectes de nivell d'usuari.

## 200011 - INF - Informàtica

- Utilitzar eines d'edició, compilació i execució per codificar i executar programes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	30h	16.04%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	45h	24.06%

### Continguts

1. L'estructura d'un ordinador.	Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 2h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprenentatge autònom: 9h 30m
<p>Descripció: Processos i instruccions. Hardware i software. Estructura bàsica d'un ordinador. Entorn informàtic. Llenguatges de programació. Compiladors i intèrprets. Programació i resolució de problemes. Programes i algorismes. El cicle de vida del software.</p> <p>Ordres bàsiques en Linux. Editors de textos.</p>	
2. Variables i instruccions elementals.	Dedicació: 31h 30m Grup gran/Teoria: 5h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprenentatge autònom: 20h
<p>Descripció: Tipus de dades: domini i operacions. Tipus d'expressions. Assignació. Composició alternativa. Composició iterativa. Algorismes bàsics.</p> <p>Terminació i correctesa.</p> <p>Sintaxi de les instruccions elementals en C++. Escriptura, compilació i execució d'un programa en C++.</p>	

## 200011 - INF - Informàtica

<p>3. Tractament de seqüències</p>	<p>Dedicació: 41h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 24h</p>
<p>Descripció: Concepte de seqüència. Recorregut i cerca de seqüències. Exemples de recorregut, cerca i mixtes.</p>	
<p>4. Accions i funcions</p>	<p>Dedicació: 29h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 19h</p>
<p>Descripció: Concepte de paràmetre. Mecanismes d'implementació del pas de paràmetres.</p> <p>Accions i funcions. Exemples. Introducció a la recursivitat.</p> <p>Mètodes i funcions en C++. Efectes laterals.</p>	
<p>5. Dades no elementals</p>	<p>Dedicació: 41h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 24h</p>
<p>Descripció: Taules. Representació de matrius. Algorismes per operacions matriuials (suma, matriu simètrica, matriu transposada, multiplicació de matrius). Algorismes d'ordenació per taules (inserció, selecció, bombolla, radix).</p> <p>Disseny descendent. Eficiència.</p> <p>La classe vector. Sintaxi en C++.</p>	
<p>6. Tuples i classes</p>	<p>Dedicació: 28h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció: Agrupacions de dades no homogènies. Primeres nocions d'objectes. Exemples d'utilització.</p> <p>Disseny orientat a objectes.</p>	

## 200011 - INF - Informàtica

7. Límits de la computació	Dedicació: 11h 30m Grup gran/Teoria: 3h 30m Aprentatge autònom: 8h
Descripció: Classificació de problemes amb relació a l'existència de solucions algorísmiques. El problema de l'aturada (terminació). Verificació de programes (correctesa). Models de computació.	

**Sistema de qualificació**

L'avaluació té en compte les següents components:

- Coneixement i utilització dels algorismes i les tècniques introduïdes en el curs.
- Resolució algorísmica de problemes.
- Habilitat per la programació en C++ de programes senzills.
- Capacitat per la resolució de problemes de programació de nivell mitjà.

Hi haurà una prova parcial (PL), de programació, que es fa al laboratori; una prova final (FL) de programació, que es fa al laboratori; un examen final (FT) escrit, d'exercicis.

La nota final es calcula d'acord amb la fórmula:

$$0,6 \max\{0,3 \text{ PL} + 0,7 \text{ FL}, \text{ FL}\} + 0,4 \text{ FT}$$

**Normes de realització de les activitats**

El "Jutge" es farà servir en la realització dels examens de laboratori, parcial i final, proporcionant així el mateix entorn de desenvolupament de programes, amb les mateixes ajudes, durant les proves. Aquesta eina també donarà suport a la realització del projecte.

A cap de les proves es podran fer servir llibres i/o apunts.



## 200011 - INF - Informàtica

### Bibliografia

#### Bàsica:

Franch Gutiérrez, Xavier [et al.]. *Informàtica bàsica*. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002. ISBN 8483016605.

Savitch, Walter J. *Problem solving with C++*. 6th ed. Boston: Addison Wesley, 2007. ISBN 9780321412690.

Beekman, George. *Introducción a la informática*. 6ª ed. Madrid: Pearson Educación, 2005. ISBN 8420543454.

Xhafa, Fatos [et al.]. *Programación en C++ para ingenieros*. Madrid: Thomson, 2006. ISBN 8497324854.

#### Complementària:

Cohen, Edward. *Programming in the 1990s : an introduction to the calculation of programs*. Study ed. New York: Springer-Verlag, 1990. ISBN 0387973826.

Vancells, Joan; López i Ruestes, Enric. *Programació: introducció a l'algorísmica*. Barcelona: Eumo, 1992. ISBN 8476025610.

Hromkovic, Juraj. *Algorithmic adventures : from knowledge to magic*. Berlin: Springer, 2009. ISBN 9783540859857.

Sipser, Michael. *Introduction to the theory of computation*. 2nd ed. Boston: Thomson Course Technology, 2006. ISBN 0619217642.

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: MERCÈ MORA GINÉ

Altres: MERCÈ MORA GINÉ - EXT

MARGARIDA MITJANA RIERA - A, B  
MERCÈ MORA GINÉ - A, B  
JULIAN PFEIFLE - A, B

### Capacitats prèvies

Per a cursar aquesta assignatura cal que l'estudiant hagi assimilat els continguts de les assignatures del primer quadrimestre del grau en Matemàtiques.

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

9. 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.
10. 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.
11. 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.
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.

### Metodologies docents

Les classes de teoria seran bàsicament classes de pissarra magistrals.

Les classes de problemes consistiran en diversos tipus de sessions:

- resolució a la pissarra per part de professor i/o estudiants de problemes proposats prèviament;
- presentació per escrit i exposició oral de problemes treballats abans en grups reduïts.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal de l'assignatura és familiaritzar l'estudiant amb les estructures bàsiques de la matemàtica discreta, la seva manipulació i la seva interrelació. Més concretament:

- Saber aplicar les tècniques bàsiques d'enumeració i conèixer algunes famílies destacades de nombres combinatoris.
- Saber les diverses formes en què es pot presentar la solució d'un problema enumeratiu (fórmula tancada, estimació asimptòtica, successió recurrent, funció generadora) i disposar de les eines adients per a tractar cadascuna.
- Familiaritzar-se amb la probabilitat discreta i utilitzar-la en demostracions d'existència no constructiva.
- Conèixer els grafs com a model abstracte de relacions binàries i conèixer les propietats que poden tenir, saber caracteritzar-les i relacionar-les amb altres propietats.
- Saber modelar i resoldre problemes en àmbits diversos usant tècniques de teoria de grafs.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h	Hores activitats dirigides:	7h 30m	4.01%
	Hores aprenentatge autònom:	104h 30m	55.88%
	Hores grup gran:	45h	24.06%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	16.04%

### Continguts

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

<p>1. Combinatòria</p>	<p>Dedicació: 73h</p> <p>Grup gran/Teoria: 16h Grup mitjà/Pràctiques: 11h Aprentatge autònom: 46h</p>
<p>Descripció:</p> <p>1.1 Combinatòria enumerativa. Principis enumeratius. Seleccions amb i sense repetició. Propietats dels nombres binomials. Nombres multinomials. El Principi d'Inclusió i Exclusió. Particions de conjunts i d'enters.</p> <p>1.2 Estimació asimptòtica. Estimació de sumes i productes, nombres harmònics, factorials. Comparació asimptòtica de funcions.</p> <p>1.3 Successions recurrents i funcions generadores. Resolució de recurrències per inducció i per expansió. Successions vistes com a sèries formals de potències. Sèries formals de potències i funcions generadores. Recurrències lineals amb coeficients constants. Funció generadora de particions d'enters.</p>	
<p>2. Probabilitat discreta</p>	<p>Dedicació: 25h</p> <p>Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció:</p> <p>Espais de probabilitat finits. Esperança i variància. Independència i probabilitat condicionada. Desigualtats de Markov i Txebyshev. Introducció al mètode probabilístic.</p>	

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

<p>3. Teoria de grafs</p>	<p>Dedicació: 63h Grup gran/Teoria: 15h Grup mitjà/Pràctiques: 10h Aprentatge autònom: 38h</p>
<p>Descripció:</p> <p>3.1 Introducció. Recorreguts. Definicions bàsiques. Isomorfisme de grafs. Recorreguts. Grafs connexos. Distància. Vèrtexs de tall i arestes pont. Connectivitat. Desigualtats de Whitney. Teorema de Menger.</p> <p>3.2 Arbres. Definició i caracterització d'arbres. Arbres generadors. Nombre d'arbres generadors.</p> <p>3.3 Grafs eulerians i hamiltonians. Circuits eulerians. Grafs eulerians. Caracterització de grafs eulerians. Cicles hamiltonians. Grafs hamiltonians. Condicions necessàries o suficients.</p> <p>3.4 Planaritat, coloració i emparellaments Grafs planaris. Fórmula d'Euler. Teorema de Kuratowski. Lema dels encreuaments. Coloració de grafs. Nombre cromàtic. Emparellaments. Emparellaments en grafs bipartits.</p>	

### Sistema de qualificació

L'avaluació es basarà en un examen parcial, les entregues i exposicions orals de problemes i l'examen final. Els pesos respecte a la nota final de l'assignatura seran:

- Examen parcial: 25%
- Entregues i exposició de problemes: 15%
- Examen final: 60%

Hi haurà la possibilitat de renunciar a totes les qualificacions obtingudes durant el curs fent un examen de tota la matèria el dia de l'examen final.

## 200161 - MD - Matemàtica Discreta

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Biggs, Norman L. *Matemàtica discreta*. Barcelona: Vicens-Vives, 1994. ISBN 8431633115.
- Chartrand, G.; Lesniak-Foster, L. *Graphs & digraphs*. 4th ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2005. ISBN 1584883901.
- Comellas Padró, Francesc [et al.]. *Matemàtica discreta*. Barcelona: Edicions UPC, 2001. ISBN 8483014564.
- Durrett, Rick. *Elementary probability for applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521867566.
- Matousek, J.; Nešetřil, J. *Invitación a la matemática discreta*. Barcelona: Reverté, 2008. ISBN 9788429151800.

#### Complementària:

- Aigner, M.; Ziegler, G. M. *El libro de las demostraciones*. Tres Cantos: Nivola, 2005. ISBN 8495599953.
- Brunat, Josep M. *Combinatòria i teoria de grafs*. 3a ed. Barcelona: Edicions UPC, 1997. ISBN 8483012162.
- Diestel, Reinhard. *Graph theory*. 3rd ed. Berlin: Springer, 2005. ISBN 3540261826.
- Gimbert, Joan [et al.]. *Apropament a la teoria de grafs i als seus algorismes*. Lleida: Edicions de la Universitat de Lleida, 1998. ISBN 8489727651.
- Graham, Ronald L.; Knuth, D. E.; Patashnik, O. *Concrete mathematics: : a foundation for computer science*. 2nd ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 1994. ISBN 0201558025.
- Lovász, L.; Pelikán, J. and Vesztergombi, K. *Discrete mathematics: elementary and beyond*. New York: Springer, 2003. ISBN 0387955844.
- Mitzenmacher, M.; Upfal, E. *Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521835402.
- West, Douglas Brent. *Introduction to graph theory*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2001. ISBN 0130144002.

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: NARCISO ROMAN ROY  
Altres: CARLES BATLLE ARNAU - A  
NARCISO ROMAN ROY - A

### Capacitats prèvies

L'assignatura "Models Matemàtics de la Física" és la segona de continguts generals de física i la primera del bloc de matèria "Modelització" del Grau de Matemàtiques de la FME. Aquesta assignatura ha de partir dels coneixements de l'assignatura de Física del Q4 i ampliar-los amb les formulacions teòriques pròpies de la física matemàtica clàssica, emprant les eines matemàtiques, bàsicament de càlcul multivariable, que l'estudiant ja coneix en aquest punt. L'assignatura ha de servir també de base per poder discutir sistemes reals tant a "Models matemàtics de la tecnologia" com a diverses assignatures de les matèries optatives "Sistemes dinàmics i anàlisi" i "Mètodes numèrics i enginyeria".

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

#### Específiques:

1. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
2. 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.
3. 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.
4. 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. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
9. 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

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

adquirits.

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

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

15. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

16. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

17. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

18. 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

El curs ha estat dissenyat per a ocupar un total de 65 hores lectives (13 setmanes), distribuïdes en 39 hores en sessions de teoria i 26 hores de sessions pràctiques (problemes). Tant en les classes teòriques com, sobretot, en les pràctiques, es tractarà de fer participar a l'alumnat del desenvolupament de les mateixes, convidant als estudiants a resoldre els problemes proposats i, fins i tot, a desenvolupar algun apartat teòric.

A les classes de problemes, a part dels exercicis proposats per a ser discutits en classe, es proposaran altres als alumnes perquè els desenvolupen pel seu compte. Una part d'aquests problemes seran obligatoris, i la resta es podran lliurar voluntàriament. Aquests exercicis serien discutits en les hores de tutoria o, excepcionalment, a classe.

Un altre dels hàbits que es pretén inculcar als estudiants en aquesta assignatura és acostumar a l'ús de bibliografia en anglès.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu genèric de l'assignatura és l'estudiant interioritzi que les matemàtiques són el llenguatge real de la Física, que aquesta no és una col·lecció de trucs de difícil justificació i que, partint d'uns postulats determinats, és possible deduir resultats de forma rigorosa, de manera que, si els resultats fan prediccions contradictòries amb l'experiment, cal canviar els postulats.

L'objectiu central és la familiarització amb les idees bàsiques de quatre camps de la física clàssica i de les seves formulacions matemàtiques. L'estudiant obtindrà les eines conceptuals per endinsar-se de manera autònoma en aquests camps i per interactuar amb físics i enginyers.

La part de mecànica gira la voltant de les equacions d'Euler-Lagrange i de Hamilton i dels principis de simetria i la seva relació amb les lleis de conservació. El bloc d'electromagnetisme presenta les equacions de Maxwell en forma integral i diferencial, i es discuteix la seva invariància Lorentz per lligar-ho amb la relativitat especial. La part de termodinàmica presenta els conceptes bàsics de sistema, calor, treball i temperatura, la primera llei i l'equivalència de les diverses formulacions de la segona llei, discutint-se les seves implicacions en termes de l'entropia. Finalment, el bloc de medis continus, a banda d'introduir el concepte de balanç de diverses quantitats i la derivada material, es centra en la mecànica



## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

de fluids, culminant en l'equació de Navier-Stokes i algunes de les seves aproximacions.

Els objectius més detallats són:

- Entendre la formulació Lagrangiana i Hamiltoniana de la mecànica.
- Utilitzar el càlcul de variacions per familiaritzar-se amb els principis variacionals de la mecànica.
- Aplicar les formulacions Lagrangiana i Hamiltoniana a problemes mecànics complexos.
- Descriure l'electromagnetisme amb les equacions de Maxwell, en forma integral i diferencial.
- Obtenir les equacions d'ona de l'electromagnetisme.
- Descriure les transformacions de Lorentz.
- Entendre la invariància Lorentz de les equacions de Maxwell.
- Aplicar les equacions de la relativitat especial per a problemes cinemàtics senzills.
- Adquirir idees bàsiques sobre relativitat general.
- Descriure la primera i segona lleis de la termodinàmica, i entendre l'equivalència de les diverses formulacions de la segona llei.
- Descriure els conceptes d'energia interna i entropia, i l'obtenció dels diversos potencials termodinàmics, així com la seva utilització.
- Aplicar les lleis de la termodinàmica a problemes senzills.
- Entendre les formulacions Euleriana i Lagrangiana de la mecànica de fluids.
- Entendre la formulació de les diverses lleis de conservació de la mecànica de fluids, en forma diferencial i integral.
- Entendre l'aplicació de l'equació de Navier-Stokes i de les seves aproximacions.
- Aplicar les equacions de la mecànica de fluids a sistemes i problemes concrets.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

<p><b>MECÀNICA CLÀSSICA</b></p>	<p>Dedicació: 15h Grup gran/Teoria: 9h Grup mitjà/Pràctiques: 6h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fonaments de la mecànica (1T): Sistemes dinàmics. Principis fonamentals. Principi d'invariància de Galileu.</li> <li>2. Formalisme lagrangiana (3T+2P): Coordenades y velocitats generalitzades. Funció lagrangiana i sistemes lagrangians. Principi de mínima acció de Hamilton. Equacions d' Euler-Lagrange. Constants del moviment, simetries i teorema de Noether.</li> <li>3. Formalisme hamiltoniana (4T+2P): Transformació de Legendre. Moments generalitzats. Funció hamiltoniana i sistemes hamiltonians. Equacions de Hamilton. Principi de mínima acció de Hamilton-Jacobi. Parèntesi de Poisson. Invariants, teorema de Liouville. Transformacions canòniques.</li> <li>4. Exemples i aplicacions (1T+2P): Estudi dels oscil·ladors harmònics i altres sistemes físics.</li> </ol>	
<p><b>CAMP ELECTROMAGNÈTIC i RELATIVITAT ESPECIAL</b></p>	<p>Dedicació: 17h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 7h</p>
<p>Descripció:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Electromagnetisme (2T+1P): Camps elèctrics i magnètics. Potencials. Lleis fonamentals (Gauss, Coulomb, Faraday,...).</li> <li>6. Equacions de Maxwell (3T+3P): Camps electromagnètics. Ones electromagnètiques. Equacions de Maxwell en forma diferencial i integral. Lleis de conservació.</li> <li>7. Introducció a la Relativitat Especial (4T+3P): La mecànica de Newton i les equacions de Maxwell. Postulats de la relativitat especial. Transformacions de Lorentz i Poincaré. Cinemàtica i dinàmica relativistes. Espai-temps i mètrica de Minkowski, cuadriectors.</li> <li>8. Idees bàsiques sobre Relativitat General (1T): Principi d'equivalència. Estructura geomètrica de l'espai-temps. Equacions d'Einstein.</li> </ol>	

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

<p><b>TERMODINÀMICA</b></p>	<p>Dedicació: 17h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 7h</p>
<p>Descripció:</p> <p>9. Sistemes termodinàmics (1T): Estats i processos. Variables intensives i extensives. Calor, treball i temperatura.</p> <p>10. Energia interna i entropia (3T+2P): 1a llei. Entropia. Formulacions de la 2a llei.</p> <p>11. Potencials termodinàmics (3T+2P): La transformació de Legendre. La superfície fonamental. Energia interna, energia de Helmholtz, entalpia i energia de Gibbs. Relacions de Maxwell. Sistemes de composició variable. Potencial químic.</p> <p>12. Estructura dels potencials (3T+2P): Curvatures de la superfície fonamental. Relacions de Gibbs-Helmholtz. Propietats tèrmiques i mecàniques.</p>	
<p><b>MEDIS CONTINUS</b></p>	<p>Dedicació: 17h Grup gran/Teoria: 10h Grup mitjà/Pràctiques: 7h</p>
<p>Descripció:</p> <p>13. Medis continus (1T+1P): Sòlids, líquids i gasos. La hipòtesi del continu. Algunes consideracions mecàniques i termodinàmiques.</p> <p>14. Cinemàtica de fluids (3T+2P): Descripcions Lagrangiana i Euleriana. Derivada material. Línies i sistemes de referència. Estats de deformació. Vorticitat i circulació. Alguns fluxos característics.</p> <p>15. Lleis de conservació I (3T+2P): Derivada temporal d'integrals de volum. Conservació de la massa. Funcions de circulació. Forces en un fluid. Estats d'esforç. Conservació de la quantitat de moviment.</p> <p>16. Lleis de conservació II (3T+2P): Equació constitutiva d'un fluid Newtonià. L'equació de Navier-Stokes. Conservació de l'energia mecànica. Consideracions termodinàmiques. L'equació de Bernoulli: aplicacions. Aproximació de Boussinesq. Condicions de frontera.</p>	

### Sistema de qualificació

En acabar les dues primeres parts de l'assignatura es realitzarà un primer examen parcial que, en principi, seria eliminatori i tindria un pes del 45% en la nota final de l'assignatura.

En finalitzar el curs, l'alumne podrà triar entre realitzar un segon examen parcial sobre les dues parts restants, amb un pes del 45% sobre la nota final, o realitzar un examen final sobre la totalitat del temari, el valor del qual seria, en aquest cas, el 90% de la nota final.

El 10% restant s'obindrà de la qualificació dels problemes que els alumnes hagin lliurat durant el curs.

## 200171 - MMF - Models Matemàtics de la Física

### Bibliografia

#### Bàsica:

Goldstein, H.; Poole, Charle ; Safko, John. *Classical mechanics*. 3rd. San Francisco: Addison-Wesley Publishing Co., 2002. ISBN 0201657023.

Jackson, J.D.. *Classical Electrodynamics*. 3rd. New York: Wiley and Sons Inc, 1999. ISBN 047143132X.

Helrich, Carl S.. *Modern thermodynamics with statistical mechanics*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. ISBN 9783540854173.

Kundu, Pijush K.; Ira M. Cohen. *Fluid mechanics*. 4th. San Diego: Elsevier Academic Press., 2008. ISBN 9780123737359.

#### Complementària:

Feynman, R.P.. *Lectures on physics*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 2005.

Landau, L.D.; Lifshitz, E.M.. *The classical theory of fields*. 4th. San Francisco: Butterworth-Heinemann, 1994.

Fermi, Enrico. *Thermodynamics*. New York: Dover, 1956. ISBN 048660361X.

González, Oscar. ; Stuart, Andrew M. *A first course in continuum mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521886802.

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ELENA FERNÁNDEZ AREIZAGA

Altres:

JORDI CASTRO PÉREZ - A, B  
ELENA FERNÁNDEZ AREIZAGA - A, B  
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A, B  
MARÍA PAZ LINARES HERREROS - A, B

### Capacitats prèvies

Àlgebra lineal, Càlcul en una variable.

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
9. 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.
10. 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

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

11. 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.

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.

### Metodologies docents

Les classes de teoria seran essencialment exposicions del professor, incloent exemples detallats. A les classes de problemes hi haurà uns problemes resolts pel professor i d'altres, proposats prèviament, que exposaran els estudiants. Es feren algunes sessions de laboratori per introduir als estudiants amb el software de Programació Matemàtica disponible a la facultat.

Com a complement de les sessions de problemes, i per a facilitar la part pràctica de l'aprenentatge autònom, cada estudiant té dades numèriques personalitzades corresponents a exercicis relacionats amb els diferents tipus de problemes. La realització d'aquests exercicis és optativa.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Introduir a l'estudiant en els fonaments i les aplicacions de la Programació Matemàtica.

- Que l'estudiant adquireixi una panoràmica dels models de la Programació Matemàtica i de les seves aplicacions.
- Que l'estudiant conegui la metodologia de construcció dels models de la Programació Matemàtica i llur paper en els processos de presa de decisions quantitatives.
- Que l'estudiant conegui les àrees bàsiques de la Programació Matemàtica, com ara la programació lineal i entera, els problemes de fluxos en xarxes, i la programació no lineal.
- Que l'estudiant conegui els fonaments teòrics de les classes de models considerades.
- Que l'estudiant conegui els principals procediments algorísmics per a resolució de les classes de models considerades.
- Que l'estudiant pugui aplicar de forma pràctica dels algorismes estudiats mitjançant el software de Programació Matemàtica disponible a la Facultat.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

<p>Introducció.</p>	<p>Dedicació: 22h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 3h 30m Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: La Programació Matemàtica. Metodologia de construcció de models de Programació Matemàtica. El paper dels models en els processos de presa de decisions quantitatives. Principals classes de models de Programació Matemàtica: lineals, enters, fluxos en xarxes, no lineals, estocàstics, etc.</p>	
<p>Programació Lineal.</p>	<p>Dedicació: 42h</p> <p>Grup gran/Teoria: 11h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 25h</p>
<p>Descripció: Propietats dels models de Programació Lineal. Teorema fonamental de la programació Lineal. Teoremes de dualitat. Teorema de la folga complementària. Interpretacions geomètriques. L'algoritme del símplex. Formes computacionals de l'algoritme del símplex. Teorema de Farkas. Teorema de dualitat de Gale-Khun-Tucker.</p>	
<p>Problemes de fluxos en xarxes</p>	<p>Dedicació: 27h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Grup petit/Laboratori: 1h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: Models de fluxos en xarxes. Matrius d'incidències nodes-arcs. Propietats dels models de Fluxos en Xarxes. L<sub>2</sub>optimització dels problemes de fluxos en xarxes. Problema de flux de cost mínim. Problema de flux màxim: teorema de flux màxim-tall mínim. Problemes de camins mínims com a problemes de fluxos en xarxes.</p>	
<p>Programació lineal entera</p>	<p>Dedicació: 16h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Grup petit/Laboratori: 1h Aprentatge autònom: 8h 30m</p>
<p>Descripció: Models de programació entera. Mètodes enumeratius: branch and bound. Plans de tall.</p>	

## 200152 - PM - Programació Matemàtica

<p>Programació no lineal</p>	<p>Dedicació: 27h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Grup petit/Laboratori: 1h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: Models d'optimització no lineal. Existència i caracteritzacions de les solucions de problemes d'optimització. Condicions de primer i segon ordre. Mètodes de cerca lineal: Ajusts de corbes; Condicions d'Armijo i Goldstein. Mètodes bàsics de descens: el mètode del gradient i el mètode de Newton.</p>	
<p>Programació no lineal amb constriccions</p>	<p>Dedicació: 27h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Grup petit/Laboratori: 1h Aprentatge autònom: 16h</p>
<p>Descripció: Problemes de Programació no Lineal amb Constriccions. La funció Lagrangiana. Condicions de Kuhn i Tucker. Mètode del gradient reduït.</p>	

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial de la primera part de l'assignatura i un examen final.

Si la qualificació del examen parcial és superior a 6, i l'estudiant així ho desitja, l'examen parcial serà eliminatori i la nota de l'examen final serà la corresponent només a la segon part de l'assignatura. En aquest cas la nota serà:

Nota= 70% nota examen final + 30% nota examen parcial

Altrament, la nota final serà,

Nota=Max{nota examen final, 70% nota examen final + 30% nota examen parcial}.

En cas de realització i entrega dels exercicis personalitzats, i si la qualificació indicada al paràgraf anterior és superior o igual a 5, la nota final es podrà incrementar en fins a un punt.

### Bibliografia



## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa  
Curs: 2011  
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: ORIOL SERRA ALBO

Altres:  
PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS - A  
ORIOL SERRA ALBO - A

### Competències de la titulació a les que 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:

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.
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.
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.

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

### Metodologies docents

Classes de teoria, problemes i pràctiques. Es donarà èmfasi al treball de l'estudiant durant el curs a través d'entregues de problemes, realització de pràctiques i lectures.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'assignatura té dos objectius principals: (1) presentar la teoria de la probabilitat com un corpus de coneixement ric, atractiu i útil a moltes altres branques de la ciència en general (i de la matemàtica en particular) a l'hora de modelitzar matemàticament situacions que involucren incertesa o aleatorietat, i (2) oferir els coneixements probabilístics necessaris per a assignatures posteriors del Grau en Matemàtiques.

Pel que fa a objectius concrets de l'assignatura, al llarg del curs els estudiants hauran d'assolir els següents coneixements, habilitats i destreses:

- \* Conèixer la definició de probabilitat i les seves propietats.
- \* Conèixer els models bàsics de probabilitat discrets i continus.
- \* Fer servir el concepte de variable aleatòria per a formalitzar i resoldre problemes de càlcul de probabilitats.
- \* Conèixer els moments de variables aleatòries i els resultats fonamentals que hi estan relacionats.
- \* Conèixer els resultats de convergència de variables aleatòries i saber aplicar-los, amb especial èmfasi en el teorema del límit central i la llei dels grans nombres.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

Espais de probabilitat i variables aleatòries.	Dedicació: 23h 30m Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprenentatge autònom: 15h 30m
Descripció: - Fenòmens aleatoris, resultats i esdeveniments. - Probabilitat. - Probabilitat condicionada. - Independència. - Espais producte. - Variables aleatòries i les seves distribucions. - Vectors aleatoris. Independència de variables aleatòries.	

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

<p>Distribucions de probabilitat discretes.</p>	<p>Dedicació: 36h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funció de probabilitat.</li> <li>- Independència.</li> <li>- Esperança i moments.</li> <li>- Models de variables aleatòries discretes.</li> <li>- Distribució conjunta. Covariància i correlació. Independència.</li> <li>- Distribucions condicionades i esperança condicionada.</li> <li>- Sumes de variables aleatòries.</li> </ul>	
<p>Convergències de variables aleatòries.</p>	<p>Dedicació: 36h</p> <p>Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Successions de variables aleatòries.</li> <li>- Tipus de convergències i les seves relacions.</li> <li>- Lleis dels grans nombres.</li> <li>- Teorema del límit central.</li> </ul>	
<p>Distribucions de probabilitat contínues.</p>	<p>Dedicació: 48h</p> <p>Grup gran/Teoria: 12h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Aprentatge autònom: 28h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funció de densitat.</li> <li>- Esperança i moments.</li> <li>- Models de variables aleatòries contínues.</li> <li>- Distribucions conjunta i marginals. Independència. Distribucions condicionades.</li> <li>- Funcions de variables aleatòries.</li> <li>- Normal multivariant i distribucions associades.</li> </ul>	

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

<p>Funcions generadores i les seves aplicacions.</p>	<p>Dedicació: 36h Grup gran/Teoria: 7h 30m Grup mitjà/Pràctiques: 6h Aprentatge autònom: 22h 30m</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funció generadora de probabilitat.</li> <li>- Aplicacions: passeig aleatori i processos de ramificació.</li> <li>- Funció generadora de moments i funció característica.</li> <li>- Teoremes d'inversió i de continuïtat.</li> </ul>	

### Sistema de qualificació

Lliurament setmanal de problemes/activitats (10%), examen quadrimestral (30%) i examen final (60%). La nota de l'examen final prevaldrà si es superior a la ponderada al curs.

## 200131 - TP - Teoria de la Probabilitat

### Bibliografia

#### Bàsica:

Grimmett, G.R.; Stirzaker, D.R.. *Probability and random processes*. 3a ed. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 2001. ISBN 9780198572220.

Sanz, Marta. *Probabilitats*. Barcelona: Edicions de la universitat de Barcelona, 1999. ISBN 8483380919.

Pitman, Jim. *Probability*. New York [etc.]: Springer, cop, 1993. ISBN 0387979743.

#### Complementària:

Julià de Ferran, Olga ... [et al.]. *Probabilitats: problemes i més problemes*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2005. ISBN 8447529061.

Feller, W. *An introduction to probability theory and its applications (Vol. 1,2)*. New York: John Wiley & Sons, 1968. ISBN 0471257117.

Grinstead, Charles M.; Snell, L.J. *Introduction to probability*. American Mathematical Society, 2006.

Chung, Kai Lai. *A course in probability theory*. New York: Academic Press, 1974. ISBN 012174650X.

Cuadras, C. M. (Carlos María). *Problemas de probabilidades y estadística. Vol 1: Probabilidad*. Barcelona: EUB, 2000. ISBN 8483120313.

Tabak, J.. *Probability and statistics: the science of uncertainty*. New York: Facts On File, 2004. ISBN 0816049564.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

Grinstead, Charles M.; Snell, Laurie J. Introduction to Probability

[http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching\\_aids/books\\_articles/probability\\_book/book.html](http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book.html)

The Probability Web (Teaching resources)

<http://www.mathcs.carleton.edu/probweb/probweb.html>

Chance

<http://www.dartmouth.edu/~chance/>

The R Project for Statistical Computing

R is a free software environment for statistical computing and graphics.

<http://www.r-project.org/>

Mat2: Materials Matemàtics

<http://www.mat.uab.es/matmat/Cast/index.html>

Revista electrònica de divulgació matemàtica editada pel Departament de Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. Inclou articles molt interessants sobre temes de probabilitat.

## 200121 - TOP - Topologia

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II

Curs: 2011

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)

Crèdits ECTS: 7,5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: AGUSTIN ROIG MARTI

Altres:

EVA MIRANDA GALCERÁN - A, B  
FRANCESC D'ASSIS PLANAS VILANOVA - A, B  
JORDI QUER BOSOR - A, B  
AGUSTIN ROIG MARTI - A, B

### Capacitats prèvies

Càlcul en una variable  
Càlcul diferencial  
Àlgebra lineal  
Geometria afi i euclidiana  
Fonaments de la matemàtica

### Competències de la titulació a les que 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:

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.

## 200121 - TOP - Topologia

9. 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.
10. 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.
11. 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.
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.

### Metodologies docents

**Teoria.** Classes magistrals en les quals es desenvolupa tot el cos de l'assignatura. Donat que, a més d'informativa (vocabulari topològic) és una assignatura formativa, es demostren tots els resultats (amb l'excepció de la triangulació de superfícies al tema 8 que excedeix les possibilitats del curs). Procurem introduir cada tema amb alguna motivació que faci referència a coneixements previs de l'estudiant, o bé a problemes de la pròpia matèria. Resultats i definicions són il·lustrats amb exemples, contra-exemples i exercicis senzills. L'estudiant disposarà, a més de la bibliografia recomanada, d'uns apunts sobre la matèria.

**Problemes.** Les classes de problemes pretenen que l'estudiant s'exerciti en l'ús del vocabulari d'acord amb les seves "regles" (resultats) introduïts a teoria.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- \* Comprendre el concepte d'espai topològic. Ús dels conceptes de base, subbase i entorn. Saber comparar topologies.
- \* Comprendre els conceptes de connexió i compacitat en espais topològics. Capacitat de comprovar aquestes propietats en exemples concrets.
- \* Comprendre el concepte d'homeomorfisme. Capacitat per definir-ne i construir-ne en exemples senzills. Capacitat per argumentar quan dos espais topològics no poden ser homeomorfs.
- \* Capacitar per a la utilització de topologies induïdes, producte i quocient. Especialment, identificació d'espais quocients via homeomorfismes i propietats universals i capacitat de treball amb aplicacions definides en espais quocient.
- \* Entendre les caracteritzacions alternatives dels conceptes topològics en els espais mètrics.
- \* Entendre els conceptes bàsics d'homotopia entre aplicacions contínues i la construcció del conjunt de classes d'homotopia  $[X, Y]$ . Entendre el concepte de tipus d'homotopia d'espais topològics. Saber identificar retractes de deformació senzills.
- \* Entendre l'estructura de grup abelià de  $H^1(X) = [X, S^1]$  i els morfismes induïts per aplicacions contínues. Càlcul quan  $X$  és contràctil o la circumferència. Entendre el concepte d'elevació de camins i homotopies i de grau.
- \* Comprendre el concepte d'índex d'una corba tancada del pla respecte al punt i la seva relació amb els conceptes de grau i d'homotopia. Saber-lo calcular.
- \* Entendre com el concepte d'índex permet demostrar els teoremes bàsics de la topologia del pla i l'esfera: Brouwer, Borsuk-Ulam, invariància de la dimensió... Capacitat d'aplicar-los a diferents situacions.
- \* Saber classificar una superfície compacta a partir de la seva superfície poligonal.

## 200121 - TOP - Topologia

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

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

### Continguts

Espais mètrics	Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 3h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Aprenentatge autònom: 5h
Descripció: Boles obertes i tancades. Conjunts oberts. Aplicacions contínues. Distàncies equivalents.	
Espais topològics	Dedicació: 24h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 12h
Descripció: Oberts i tancats. Bases, subbases, entorns. Aplicacions contínues, homeomorfismes. El primer axioma de numerabilitat: caracterització de propietats topològiques mitjançant límit de successions. Espais de Hausdorff.	
Construcció d'espais topològics	Dedicació: 24h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 5h Aprenentatge autònom: 12h
Descripció: Subespais. Productes d'espais topològics. Espais quocient. Exemples: superfícies topològiques.	



## 200121 - TOP - Topologia

<p>Compacitat</p>	<p>Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p>Descripció: Espais compactes. Continuitat i compacitat. Teorema del valor màxim. Productes i quocients d'espais compactes. Compacitat en espais mètrics: lema del nombre de Lebesgue.</p>	
<p>Connexió</p>	<p>Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 3h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p>Descripció: Espais connexos. Components connexos. Continuitat i connexió. Teorema del valor intermedi. Espais arccnexusos. Components arccnexusos.</p>	
<p>Introducció a l'homotopia</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Homotopia d'aplicacions contínues. Tipus d'homotopia d'un espai. Espais contràctils. Retractes de deformació. El conjunt de les classes d'homotopia <math>[X, Y]</math>. El grup abelià <math>H^1(X) = [X, S^1]</math>: functorialitat i invariància homotòpica. Càlcul de <math>H^1(S^1)</math>: grau d'una aplicació, lema d'aixecament de camins i homotopies.</p>	
<p>Aplicacions a la topologia del pla</p>	<p>Dedicació: 22h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 11h</p>
<p>Descripció: Índex d'una corba tancada. Teoremes de Poincaré-Böhl i Rouché. Teorema del punt fix de Brouwer. El teorema fonamental de l'àlgebra. El teorema de Borsuk-Ulam. Invariància de la dimensió.</p>	

## 200121 - TOP - Topologia

Classificació de superfícies compactes	Dedicació: 22h Grup gran/Teoria: 7h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Aprentatge autònom: 11h
Descripció: Triangulació de superfícies compactes. Superfícies poligonals. Superfícies estàndards. Suma connexa de superfícies. Teorema de classificació. Orientació, gènere i característica d'Euler.	

**Sistema de qualificació**

Examen parcial no eliminatori de matèria.

Examen final que inclourà una pregunta de teoria i una part de resolució de problemes.

La nota final serà el resultat d'un màxim entre la nota de l'examen final i el resultat de considerar també la nota de l'examen parcial (amb un pes del 25%).

**Bibliografia**

Bàsica:

Kosniowski, Czes. *Topología algebraica*. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 978-84-291-5098-8.

Munkres, James R. *Topología*. 2ª ed. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420531804.

Pascual Gainza, P.; Roig, A. *Topologia*. Barcelona: Edicions UPC, 2004. ISBN 8483017504.

Sieradski, A. *An introduction to topology and homotopy*. Boston: PWS-KENT, 1992. ISBN 0534929605.

Viro, O. Ya. *Elementary topology : problem textbook*. Providence: American Mathematical Society, 2008. ISBN 9780821845066.

Complementària:

Jänich, Klaus. *Topology*. New York: Springer-Verlag, 1984. ISBN 0387908927.

Massey, William S. *A basic course in algebraic topology*. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 038797430X.

Navarro Aznar, V.; Pascual Gainza, P. *Topologia algebraica*. Barcelona: Edicions UB, 1999. ISBN 8483381230.

Wall, C.T.C. *A geometric introduction to topology*. New York: Dover, 1993. ISBN 0486678504.